EYNSHTEYN

NISBIYLIK NAZARIYASI

Makon bu –
zamon masalasidir.

www.Orbita.Uz
kutubxonasi

EINSTEIN

La Teoría de la Relatividad

El espacio es una cuestión de tiempo.

David Blanco Laserna

RBA Collectionables S.A.
Barcelona - 2012

EYNSHTEYN

Nisbiylik Nazariyasi

Makon bu - zamon masalasidir

Muzaffar Qosimov

tarjimasi

www.Orbita.Uz

Marg‘ilon - 2015

Buyuk ilmiy nazariyalar. Makon bu – zamon masalasidir. Eynshteyn. Nisbiylik nazariyasi. RBA Collectionables (Ispaniya) nashriyoti, 2012 yil. O‘zbek tiliga tarjima © www.Orbita.Uz. 2015 yil. 192 sahifa.

Albert Eynshteyn – XX asrning eng mashhur kishilaridan biridir. Olim yashab, ijod qilib o‘tgan o‘sha suronli davr – jahon urushlari va yadroviy hurujlar aks sadosining gumburlashi allaqchon tingan. Lekin uning dohiyona ilmiy kashfiyotlari hozirda ham o‘z dolzarbligini yo‘qotgan emas: massa va energiyaning o‘zaro bog‘liqligi, mashhur $E=mc^2$ formulasi, haqiqiy ma’nodagi debocha kvant nazariyasi va albatta, maxsus nisbiylik nazariyasi kabilar, bizning zamon va makon haqidagi Eynshteyngacha bo‘lgan anchayin mustahkam va sodda tasavvurlarimizni butunlay o‘zgartirib yuborgan edi.

© David Blanco Laserna, 2012
© RBA Collectionables S.A., 2012
© www.Orbita.Uz 2015

Illyustratsiyalarni quyidagilar taqdim etishgan:
Age Fotostock, Album, Archivo RBA, Cordon Press, Corbis,
M.Faraday Electricity, The Illustrated London News, Time.

Barcha huquqlar himoyalangan.
Muallif hamda uning agent-noshirning roziligi asosida o‘zbek tiliga o‘girildi va chop etildi.

Mundarija

Mundarija 5
Kirish 6
1-Bob: Elektromagnit inqilobi. 13
2-Bob: Har qanday harakat nisbiydir. 35
3-Bob: Fazo va vaqt uyg‘unligi 74
4-Bob: Olamning sanoq shkalalari 104
5-Bob: Ichki quvg‘in 130
Adabiyotlar ro‘yxati. 150
Alifbo ko‘rsatkichi 189

Kirish

Eynshteyn inqiloblar zamonasida yashadi. XIX asrda reklama matbuotni egalladi, 1920-yillarda u radioda o‘z o‘rnini topdi, ikkita o‘n yillikdan so‘ng esa televideniyeda ham paydo bo‘ldi. Insoniyat ilk bora axborot huruji bilan yuzma-yuz keldi va uning kuchli zarba to‘lqinini qabul qilib oldi. Tarixning o‘sha davrida mashhurlik cho‘qqisiga ko‘tarilgan insonlar siymolari barchaning yodida abadiy qolgan: Charli Chaplin, Merlin Monro, Elvis Presli, Albert Eynshteyn...

Aytish mumkinki, o‘z umri poyonida Eynshteyn butun dunyo iftixorlaridan biriga aylandi. Kimyoviy qurollar va yadroviy tahdidlarni taqdim etgan ikkita jahon mojarolaridan keyin, ilm-fan taraqqiyoti oldidagi ta’zim, muttasil qo‘rquv va xavotir bilan yondosh bo‘lib qolgan edi. Tabiat kuchlari oldida ongli ravishda bosh egish va qurollanish poygasiga chek qo‘yish g‘oyalarini targ‘ib etayotgan paxmoq sochli parinshonxotir dahoninig timsoli, hafsalasi pir bo‘lgan butun boshli bir avlod uchun ilm-fanning insonparvarlik tamoyillariga nisbatan bo‘lgan so‘nggi umidi sifatida gavdalanar edi. O‘z eng yuksak shon-sharaf cho‘qqisiga erishgan vaqtida u 72 yoshda bo‘lgan. Bu vaqtga kelib uning ko‘plab otashin g‘oyalaridan aksariyatining tafti so‘nib bo‘lgan bo‘lib, faqat bittasi – kvant mexanikasi va nisbiylik nazariyasini o‘zaro tutashtirish orzusi hali uyg‘oq edi. 1980 yilda uning shaxsiy qo‘lyozmalari omma e’tiboriga havola etildi va olim yodini qadrlovchi izdoshlari, o‘z suyukli daholarining oddiy inson sifatidagi qirralarini ham bilib olishga muvaffaq bo‘ldilar. Uning paypoq kiymaganligi, trubka chekkani, skripkada kuy chalganligi, hamda,

ilm-fan bilan bog‘liq bo‘lmagan boshqa qator mashg‘ulotlari va qiziqishlari ayrimlar uchun haqiqiy kashfiyot bo‘ldi.

Ko‘pchilik xotirasida Eynshteyn, birinchi jahon urushi, natsizm va makkartizm kabi balolarga mutlaqo qarshi bo‘lgan haqiqiy patsifist[1] va namunali fuqaro sifatida saqlanib qolgan. Lekin uning shaxsiy hayotini esa unchalik ham namunaviy deb bo‘lmaydi.

«Time» jurnali Eynshteynni asr kishisi deb tan olgan va kimningdir uni bu shohsupadan mosuvo qila olishi ehtimoldan yiroq narsa. Butun bir yuz yillikning timsoli sifatida gavdalanuvchi olimning shaxsiyati, o‘ziga tegishli mazkur shohsupani mutlaqo haqli ravishda egallab turibdi. Eynshteyn biz uchun bu – ikkita qirg‘inbarot jahon urushi, Xirosimadagi yadro qo‘ziqorini, yahudiylarning ta’qib qilinsihi, yuksak ilmiy zehn-zakovatning taraqqiy etishi va uning jamiyatga ta’sirining mislsiz darajada o‘sib borishi, shuningdek, sionizm, senator Makkarti paranoyasi, qanotli iboralar kolleksiyasi, $\boldsymbol{E}=mc^2$ formulasi, butun dunyoda tinchlik o‘rnatilishi haqidagi orzular... kabi siymolarda namoyon bo‘ladi.

Eynshteyn o‘z tarjimai holini shunday tarzda yozganki, unda shaxsiy hayot haqida yozilgan va qachonlardir tarixda mavjud bo‘lgan istalgan boshqa avtobiografik matndagidan ham oz shaxsiy ma’lumotlar qoldirgan. Bu tarzda u ehtimol, o‘z shaxsiy hududini saqlab qolmoqchi bo‘lgandir. U o‘z tarjimai holining ilk sahifalardayoq quyidagicha dasturiy bayonot qoldirgan edi: «*Mening fikrimcha, inson umrining asosiy mohiyati, uning nima bilan mashg‘ulligi yoki, nimalarni boshdan kechirganida emas, balki, uning nimalarni o‘ylashi va qanday o‘ylashidadir*». Eynshteyn o‘zining ushbu bayonotini o‘zining keyingi yozuvlarida ham sanoqsiz marta takrorlagan. Bu tasdiq, odamning shunchaki aytgan fikri ekanligiga ishonish qiyin. Biz olim o‘z hayoti davomida duch kelgan mushkulotlari va uning aqlni shoshirib qo‘yuvchi ilmiy g‘oyalari orasidagi uzviylikni ilg‘ab olishga harakat qilamiz. Ehtimolki Eynshteyn Shveytsariya patent idorasida sakkiz soatlab ishlab tirikchilik qilish o‘rniga, birvarakayiga akademik unvonlarga erishganida ham, baribir o‘zining o‘sha mashhur natijalariga erishgan bo‘lur edi. Lekin, olim yashab ilmiy izlanishlar olib borgan jarayonlarning ko‘z o‘ngimizda qayta jonlanishining o‘zi – juda qiziqarli bo‘ladigan va tafakkur oldiga muayyan masalalarni qo‘yadigan jarayondir.

---

[1] *Patsifist* – har qanday urushlarga mutlaqo qarshi chiqadigan, va har qanday urush harakatlarini, shu jumladan, milliy ozodlik harakatlarini ham qoralaydigan ijtimoiy harakat – patsifizm vakili. Patsifistlar urushlarni oldini olish, mavjud muammolarni qon to‘kishlarsiz, tinchlik va o‘zaro muzokaralar yo‘li bilan hal etish kabi g‘oyalarni ilgari suradilar. Patsifistlar bu borada faol ijtimoiy harakatlarni yuritadilar va targ‘obot ishlarini olib boradilar. Ilk patsifistlar va patsifizm tarafdorlari, Napoleon urushlaridan keyin Buyuk Britaniya va AQSHda paydo bo‘lgan. Atamaning kelib chiqish etimologiyasi - farang tilidagi «pasifisme» («pacifique» - tinchlikparvar, tinchliksevar ma’nolarida) so‘ziga borib taqaladi. Farang tilidagi bu so‘z ham, o‘z navbatida lotin tilidagi «pax» - «tinchlik» va «facio» - «bajaraman» kelib chiqqan – *tarjimon izohi*.

Eynshteyn tug‘ilishidanoq, o‘z zamonasi texnik taraqqiyotning eng so‘nggi yutuqlaridan bo‘lgan hamda, otasi o‘ziga tegishli fabrikada keng qo‘llagan elektr chiroqlari va boshqa turli xil uskunalar bilan hamohang yashagan edi. Nisbiylik nazariyasini tasvirlar ekan, Eynshteyn har safar o‘z fikrlarini temiryo‘llar va soat mexanizmlariga murojaat etish orqali tushuntirishga urinadi. Olimning bolalik va yoshlik yillarida temiryo‘llar transport vositalarining yangi turkumi sifatida maydonga chiqqan edi. Poyezdlar erishayotgan tezliklar, o‘sha zamonlar uchun aql bovar qilmas natija sanalar edi. Shaharlararo soat vaqtini sinxronlash vazifasi, shundoq ham o‘ta aniqlik shaydolari bo‘lgan Shveytsariyaliklarning, vaqtni o‘ta to‘g‘ri belgilashga bo‘lgan ishqibozliklarini yanada alangalatib yuborganligini Eynshteyn Berndaligida ko‘rib guvohi bo‘lgan edi. Balki aynan shu hol, uning tafakkuri va tasavvurlari uchun turtki berib, zamon va makon, aql bovar qilmas tezliklar, hamda, sanoq tizimlarining doimiy o‘zgarib turishi haqidagi nazariyaning paydo bo‘lishiga sababchi bo‘lgandir. Keyinroq, tortishish kuchlarining sirlaridan biri ham, Eynshteyn zamonasida texnik taraqqiyotning yuqori cho‘qqilaridan sanalgan ixtirolardan biri yordamida qiya ochilgan edi. Bu haqida fizik olimning o‘zi «*Men aniq bilishim kerak bo‘lgan narsalardan biri - bo‘shliqqa sho‘ng‘iyotgan liftdagi odamlar bilan nimalar sodir bo‘lshidir!*» – deb xitob qilgan edi.

O‘zining ilk maqolalaridayoq Eynshteyn statistik mexanikadan juda yaxshi xabardor ekanligini namoyish qilib, an’anaviy molekulyar-kinetik nazariyaning barcha imkoniyatlaridan foydalanib bo‘lgan edi. Uning mazkur ishlarida, osmonning moviy rangi, chang zarralarining quyosh nurlarida ko‘rinadigan harakatlari, gul changinig suvli stakandagi titrashi kabi hodisalar yuzasidan tushuntirishlar berilgan. Bundan tashqari u, ko‘plab fizik-eksperimentator olimlarning miyasini band etgan hodisa – fotoeffekt fenomeni uchun ham tushuntirish beradi. Lekin eng asosiysi hali oldinda kutib turgan edi. Eynshteynning 1905 yilda e’lon qilingan maxsus nisbiylik nazariyasi haqidagi maqolasi, fanda uning nomi bilan ataladigan butun boshli bir yangi erani hamda, keyingi avlod fiziklari uchun haqiqiy kashfiyot va ilhom manbai bo‘lib xizmat qiluvchi yangicha fikrlash manbaini ochib berdi. Olimning o‘zi ushbu voqeani quyidagicha izohlagan edi: «*Yangi nazariya biz uchun avvalo, bizlar yangi to‘qnash kelgan va eskicha tushunchalar orqali anglab bo‘lmaydigan hodisalarni tushuna olishimiz uchun kerak. Ta’bir joiz bo‘lsa, “siyqasi chiqqan” bunday sabab, bizga tashqaridan singdirilgan. Shuningdek boshqa, yanada muhimroq sabab ham bor. U nazariyani o‘zining asl chegaralari doirasida soddalashtirish va unifikatsiyalashga bo‘lgan intilish bilan bog‘liq*». O‘zining butun boshli geometriyasini atiga bir hovuch aksiomalar orqali tushuntirgan Yevklid izidan borar ekan, Eynshteyn o‘z nazariyalarining tadbiq etish sohasini butun fizika fani chegaralarigacha kengaytirdi. Sirasini aytganda, 1915 yilda shakllantirilgan umumiy nisbiylik nazariyasi, zamonaviy astronomiyaga asos soldi. Kuzatuvchilarning bir-biriga nisbatan qanday harakatlanishidan qat’iy nazar, fizikaning barcha qonunlari ular uchun umumiy

ekanligi, yoki, yorug‘lik tezligining doimiy o‘zgarmas qiymat kasb etishi singari sodda gipotezalardan kelib chiqib fikr yuritish orqali, Eynshteyn bizlarning zamon, makon va gravitatsiya haqidagi tushunchalarimizni butunlayga o‘zgartirib yubordi. Uning kvant shkalalari (10^{-15} m) dan tortib, ko‘rinadigan koinotning eng olis chegaralarigacha (10^{26} m) bo‘lgan ulkan ko‘lamni qamrab olgan ilmiy tafakkuri shu darajaga yetib bordiki, bu haqida o‘ylashning o‘zi odamni hayajonlantirib yuboradi.

Yaxshi va yomonning farqiga bora olish – alohida xislat. Eynshteyn bu xislat bilan birga tug‘ilgan. Fizikadan hech bo‘lmasa bir marta masala yechib ko‘rgan odam, undagi tenglamalar zanjrini yaxlit holda ko‘ra olish qancahlik qiyinligini yaxshi biladi. Bu xuddi futbolchining nafaqat unga yaqinlashib kelayotgan raqib hujumchisini, balki, bir vaqtning o‘zida butun maydonni ham ko‘rib tura olishi kerakligiga o‘xshaydi. Ajoyib ichki hissiy sezgirlik, Eynshteynning o‘ziga xos shaxsiy belgilaridan biri bo‘lgan. O‘zidagi aynan shunday iste’dod evaziga u, boshqalar amaliy tajribalarning tashqi chigalliklari bilan o‘ralashib yurgan bir vaqtda, fizik hodisalarning keyingi «yurishlari» qanday bo‘lishini oldindan ko‘ra bilar edi. Agar qo‘l ostida boshqa vositalar bo‘lmasa, olim matematikaning eng o‘tkir tig‘larini ishga solishni ma’qul ko‘rgan. Lekin uning eng katta iste’dodi baribir, real voqe’lik bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri dialogga kirishib, undan muayyan nozik ilmlarni ilg‘ab ola bilishi va ularni keyinchalik mantiqiy til orqali tushunarli qilib ifodalab berishida bo‘lgan.

Olimning ikkita buyuk nazariyasining unib chiqishiga sababchi bo‘lgan urug‘lar sifatida, tafakkur jarayonida uning ongiga kelib quyilgan ikkita faraziy timsollar qaraladi. Ulardan birinchisi, qorong‘ulikda yorug‘lik nurini quvlab yetib olishga urinayotgan va «unga yetib olsam nima hodisa ro‘y beradi?» deb o‘ziga o‘zi savol berayotgan olimning o‘z timsoli edi. Ikkinchisi esa, bo‘shliqqa shong‘oyotgan va shong‘ish asnosida, o‘z vaznini his qilish qobiliyatidan mosuvo bo‘layotgan odam timsoli edi. Eynshteynning eng hayratomuz loyihalaridan biri – boshlang‘ich shartlarga ko‘ra, fizikaning barcha qonunlarini keltirib chiqarish mumkin bo‘ladigan nazariyani bayon qilish orzusi – chippakka chiqdi. Buning sabablaridan biri sifatida esa, olimga bu g‘oyani tekshirish va tadqiq qilish uchun yo‘lchi yulduz sifatida, uning ichki hissiy sezgilarida va tafakkurida bunga mos timsol yetishmaganligi ta’kidlanadi.

Eynshteynning ilm-fandagi harakat uslubi («Modus operandi»), uning shaxsi borasidagi ko‘plab bahs-munozaralarga sababchi bo‘ldi. Odatda olimning u yoki bu ilmiy taxminlari, eksperimental fizikaning mavjud imkoniyatlari tufayli, o‘zining amaliy tasdig‘idan o‘n yillab kutishga majbur bo‘lar edi. Lekin har safar ularning haqiqatan ham to‘g‘ri ekanligi amaliyotda isbot qilinishi bilanoq, olimning eng ziddiyatli g‘oyalari ham, uning haq ekanligi borasidagi eng ishonchli guvohlarga aylangan. 1919 yilda e’lon qilingan fakt – yulduzlar nurlarining Quyosh yaqinida

egrilanishi haqidagi ma’lumot, bir zumdayoq buyuk fizik olimni shon-sharaf guldastasiga burkab yuborgan edi.

Angliyalik Charlz P. Snou quyidagicha yozgan edi: «*Eynshteyn haqidagi eng oliy maqtov so‘zlarini, maddohlikka hammadan ham ko‘ra eng kamroq moyil bo‘lgan shaxs – Dirak tarafidan aytilgan. U, agar Eynshteyn 1905 yilda maxsus nisbiylik nazariyasi haqidagi g‘oyalarni e’lon qilmaganida, bu g‘oyani undan boshqa istalgan biror fizik e’lon qilishi mumkin edi va biz u haqida uzog‘i bilan 5 yil farq bilan bilgan bo‘lardik.* [...] *Lekin umumiy nisbiylik nazariyasi mutlaqo boshqa narsani o‘zida namoyon qiladi. Katta ehtimolki, agar Eynshteyn bo‘lmaganida, biz u haqida shu paytgacha umuman hech narsa bila olmagan bo‘lishimiz mumkin edi*».

Agar XX asrda fizika sohasida qilingan ikkita inqilobiy hodisalarni o‘zaro taqqoslansa, Eynshteyn iste’dodining butun bo‘y-basti bilan tasavvur qilish imkoni paydo bo‘ladi. Birinchisi – kvant mexanikasi. U, Maks Plank, Ervin Shryodinger, Verner Geyzenberg, Maks Born, Pol Dirak, Nils Bor, Volfgang Pauli, Richard Feynman va Eynshteynning o‘zi ham kirgan bir guruh daho ilm-fan arboblaridan iborat ajoyib olimlar jamoasining qattiq mehnatlari evaziga qurilgan ta’limotdir. Umumiy nisbiylik nazariyasi esa – faqat bitta odamning mehnatlari mahsulidir. Va ushbu mehnatlar mahsulining hozirgi zamon fizikasi oldiga qo‘yuvchi va yechilishini talab etuvchi muammolari shundaki, Eynshteynning tortishish nazariyasini tavsiflovchi yangicha geometriya bilan yangicha kvant nazariyalarni o‘zaro muvofiqlashtirish lozim bo‘ladi. Bu masala yuzasidan o‘z mulohazalari bilan o‘rtoqlashar ekan, 1979 yilgi Nobel mukofoti laureati Stiven Vaynberg, «*Elementar zarralar olamida amal qiladigan qonuniyatlar va kuchlar haqida yagona konsepsiya shakllantirish uchun ko‘p ishlar qilindi. Lekin tortishish kuchi chetda qolib ketdi. Gravitatsiy nazariyasini qolipga solish borasidagi ushbu so‘nggi qadam – aql bovar qilmas darajada mushkuldir*» - degan edi.

Nisbiylik nazariyasi va kvant mexanikasi, olam tuzilishini odatiy kundalik kuzatishlar natijalaridan kelib chiqib tavsiflovchi, ya'ni, vaqt maromining bir xilligi, kuzatuvchining makondagi joylashuvi va tezligiga asoslanib tushuntiruvchi g‘oyalarni jahon ilm-fan ayvonidan butunlay quvib yubordi. Kvant mexanikasi, avvalboshdanoq o‘ta maxsus soha bo‘lgani uchun, keng miqiyosda ommalashmagini tabiiy. Nisbiylik nazariyasi esa koinot eshiklarini ochdi, zamon va makon maslalari, harakat mobaynida siqiladigan jismlar, hamda, ko‘rsatkichlari sekinlashadigan soatlar haqida hikoyalar qildi. U olam haqida anchayin noodatiy va shu sababli ham g‘oyat qiziqarli tarafdan yangicha tushunhchalarni taqdim etdi. Shu sababli ham bu nazariya odamlarda o‘rnashib qolgan va sodda tushunchalarga asoslangan dunyoqarashga nisbatan kuchli ta’sir ko‘rsatdi hamda ular mazkur yangicha ta’limotdan cho‘chishmadi. Agar Nyuton bizni o‘rab turgan atrofni soat

mexanizmiga aylantirib, uni xoxish va yoki sanoat inqilobi talablari doirasida boshqarish mumkin bo‘ladigan ko‘rinishga keltirgan bo‘lsa, Eynshteyn esa, ilgari orzu ham qilib bo‘lmagan narsalarni ham real voqe’likka aylantirdi. Shuningdek uning g‘oyalari kimlar uchundir qay darajada tushunarli yoki tushunarsiz bo‘lishidan qat’iy nazar, hozirgi zamon madaniyatining har jabhasida o‘z aks-sadosini berib kelmoqa.

Eynshteynning ilmiy ishlari – vaqt bo‘ylab sayohat, qora tuynuklar, gravitatsion linzalar, Butun Olam kengayishi, butun dunyoni bir zumda yo‘q qilib yuborishga qodir bombalar... kabi avvallari ko‘z ko‘rib quloq eshitmagan hodislarni o‘rganish masalalariga tamal toshini qo‘yib berdi. Qo‘lingizdagi ushbu kitob, Eynshteynning eng asosiy kashfiyoti – nisbiylik nazariyasi hamda, kvant mexanikasi haqida hikoya qiladi. Lekin ba’zi o‘rinlarda olimning boshqa ishlari haqida ham so‘z boradi. Aytish joizki, ushbu ishlarning har biri ichidan alohida olingan mustaqil bir qismining o‘zi ham, uning muallifiga ilm-fan tarixi zarvarqalarida zarhal harflar bilan yoziladigan munosib o‘rinni ta’minlab berishi tayin edi.

Eynshteyn haqida shunchalik ko‘p va xo‘b yozilganki, u to‘g‘risida hikoya qiluvchi kitoblarni yig‘ilsa, joylash uchun Bobil kutubxonasining barcha kitob javonlari ham kamlik qiladi. Lekin bizning ham u haqidagi hikoyalarni davom ettirishimiz uchun huquq beruvchi sabablardan biri – hayotimizning har bir jabhasida to‘qnash kelayotganimiz – Eynshteyn nazariyalarining amaliy mahsullari to‘g‘risida yozish o‘rinli deb hisoblaganimizdir. Turli-tuman texnologik vositalar – GPS, quyosh batareyalari, yoki DVD pleyerlar – Eynshteyn nazariyalarining u yoki bu darajadagi mahsullaridir. U yashab o‘tgan zamonlardan buyon, hali biror bir o‘n yillik, uning navbatdagi bashoratlaridan birining ilmiy tasdiqlanganligi, yoki, uning g‘oyalari uchun biror yangi amaliy tadbiq sohasi topilganligi, yoxud, gravitatsiyaning kvant nazariyasi bo‘yicha tadiqoqtlarda yangi olamshumul yangilik qilinganligi to‘g‘risidagi xabarlarsiz o‘tgan emas.

1879 yil 14-mart. Germaniyaning Ulm shahrida, German va Paulina (qizlik familiyasi Kox) Eynshteynlar oilasida to‘ng‘ich farzand – Albert dunyoga keldi.

1896 yil, Albert Eynshteyn Syurixdagi oliy texnika bilim yurti (Politexnikum) talabasi bo‘ladi va u yerda bo‘lajak rafiqasi Mileva Marich bilan tanishadi.

1901 yil Shveytsariya fuqaroligini qabul qiladi.

1902 yil Albert va Mileva Eynshteynlar oilasida birinchi qiz farzand – Lizerl dunyoga keladi. Eynshteyn Bern patent idorasida ishlay boshlaydi.

1903 yil Eynshteynlar oilasida yana ikkita o‘g‘il farzandlar – Gans Albert va Eduard dunyoga keladi.

1905 yil, Broun harakati, yorug‘likning korpuskulyar tabiati, massa va energiya orasidagi bog‘liqlik (mashhur $\boldsymbol{E}=mc^2$ formulasi aynan shu paytda paydo bo‘lgan), harakatlanayotgan jismlarning elektrodinamik xossalari kabilar haqida qator maqolalar bilan chiqish qiladi.

1912 yil Syurix universiteti professori unvoniga ega bo‘ladi. O‘z qarindoshi Elza Lyovetal bilan uchrasha boshlaydi.

1914 yil Albert va Mileva ajrashishadi.

1915 yil Berlin Prussiya fanlar akademiyasida chiqish qilib, umumiy nisbiylik nazariyasining yakuniy tenglamasini bayon qiladi.

1919 yil astronom Artur Eddington gravitatsiya maydoning yorug‘lik nuriga ta’sir effekti haqidagi nisbiylik nazariyasidan kelib chiquvchi taxminarni tasdiqlaydi. Eynshteyn mashhurlikka erishadi.

1922 yil Fizika bo‘yicha Nobel mukofotiga sazovor bo‘ladi. Lekin mukofot nisbiylik nazariyasi uchun emas, balki, fotoeffekt hodisasini tushuntirgani uchun berilgan.

1933 yil Horijda yurar ekan, gitlerning hukumat tepasiga kelishini kuzatib boradi va barcha nemis ilmiy muassasalari bilan aloqani uzishga qaror qiladi. Yil oxirida AQSHga butunlay ko‘chib ketadi. O‘sha vaqatdagi eng ko‘zga ko‘ringan olimlar, Kurt Gyodel, Jon fon Neynman ishlagan Prinston Ilg‘or Tadqiqotlar institutida ishlay boshlavdi.

1939 yil AQSH prezidenti Franklin Delano Ruzveltga xat yozib, atom bombasining qirg‘inbarot quvvati haqida ogohlantiradi.

1952 yil Isroil prezidenti lavozimini rad etadi

1955 yil Prinstonda aorta anevrizmi tufayli vafot etadi.

1-bob.

Elektromagnit inqilobi.

XIX asr oxirida butun dunyo elektrning kuch-qudratiga mahliyo bo‘lgan edi. Ayni vaqtda olimlar, u bilan bog‘liq ravishda ochilgan kashfiyotlarni qanday qilib Nyuton fizikasi andozalariga solish ustida bosh qotirib, butun kuch-g‘ayratlarini shu masalaga safarbar etgan edilar. Barchani qiziqtirayotgan savolning javobi birinchi bo‘lib 16 yoshli o‘smir Eynshteynning kallasiga keldi: agar yorug‘lik nurini quvib yetib olinsa, u qanday ko‘rinish oladi?

Oilaviy naqllarga ko‘ra, Albert Eynshteynning otasi German Eynshteyn bolaligidanoq matematikaga bo‘lgan kuchli muhabbati bilan ajralib turgan bo‘lib, lekin, kambag‘allik tufayli oliy ma’lumotga ega bo‘la olmagan ekan. U tijorat bilan shug‘ullangan bo‘lib, deyarli doimo «chamadoni tayyor» holda, ya'ni, istalgan vaqt boshqa bir shaharga ko‘chib ketib, o‘sha yerda yangi tijorat ishlarinii boshlab yuborishga shay holda hayot kechirgan. Lekin shunday jo‘shqin faoliyat olib borishiga qaramasdan, German Eynshteynning buxgalteriya hisobotlari odatda salbiy balans bilan yakun olar edi. Buning hayron qolarli joyi yo‘q: uning shaxsiyatiga xos bo‘lgan o‘ychanlik, barcha variantlarni sinchiklab tekshirib ko‘rish, qaror qabul qilishda shoshma-shosharlik qilmaslik, hamda, muomaladagi odamlarning halolligiga bo‘lgan ishonch kabi xislatlar, o‘sha zamon tijorat oqimida ishlash uchun yetarli dastmoya sifatida qaralmas edi. German bir mudat Shtutgartda shogird sifatida ishlab, keyinroq Ulmga, o‘z qarindoshi qo‘lidagi matras ishlab chiqarish korxonasida ishlay boshladi. Dunay sohilidagi ushbu shvab shahri, o‘zining strategik joylashuviga ko‘ra, tarixan shakllangan ajoyib tijorat an’analirga ega bo‘lgan. Aynan shu shaharda, 1879 yilning 14 martida, German va uning xotini Paulinalar oilasida, tong‘ich farzand – Albert dunyoga keldi.

Keyingi yil iyun oyida German va akasi Yakob, suv va gaz ta’minoti bilan shug‘ullanuvchi kichik bir firma tashkil etish maqsadida Myunxenga yo‘l olishadi. 1885 yilning may oyida Yakob Eynshteyn v K° ning elektrotexnikaga ixtisoslashgan zavodi ishga tushadi. Bu kompaniyada German tijorat masalalarini yuritgan, Yakob esa, texnik va ishlab chiqarish masalalari bilan shug‘ullangan. Amakisi va otasining ushbu tijorat ishlari, yosh Albert Eynshteynning hayotiy yo‘li qanday bo‘lishini ko‘p jihatdan belgilab bergan edi.

Ixtirochining jiyani.

Eynshteynning bolaligi haqida ma’lumotlar juda oz bo‘lib, ular asosan, bo‘lajak olimning kallasi va uning ichidagi bilimlari markaziy o‘rin tutuvchi latifanamo hikoyalardan iborat. Bunday latifanamo hikoyalar ichida hammasidan ham o‘tib tushgani – Priston universitetida anatomiya patalogiyalari masalalari bilan shug‘ullanuvchi ilmiy xodim bo‘lib ishlagan doktor Tomas Xarvining, daho olim o‘limi sodir bo‘lganidan bir necha soat o‘tib, shoshilish bilan uning miyasidan namuna olishga uringani va uni tadqiq qilishga kirishgani haqidagisidir.

Hammasi, yangi tug‘ilgan chaqaloq Albert Eynshteynning kallasini ko‘rib qo‘rqib ketgan onasi Paulina haqidagi gapdan boshlanadi. U bolasini qo‘liga olar ekan, uning boshi cho‘zinchoqroq va yapoloqroq ekanligidan xavotirga tushgani hikoya qilinadi. Vrachlar bir necha kun ichida hammasi joyiga tushib ketishini aytib, onani tinchlantirishgan ekan (shunday ham bo‘lgan) lekin, oila a’zolari chaqaloqning aqliy qobiliyati haqida uzoq vaqtgacha xavotirlanib yurishgan ekan. Albert faqat ikki yoshga to‘lganidan keyinroq gapira boshlagan va oilasidagilarning xavotirini yanada orttirib, eshitgan so‘z va iboralarni tox’tovsiz takrorlaydigan odat chiqargan. Uning bu qilig‘i uchun enagalaridan bir tomonidan erkalatib «Janob Mijg‘ov» deb laqab ham berilgan ekan.

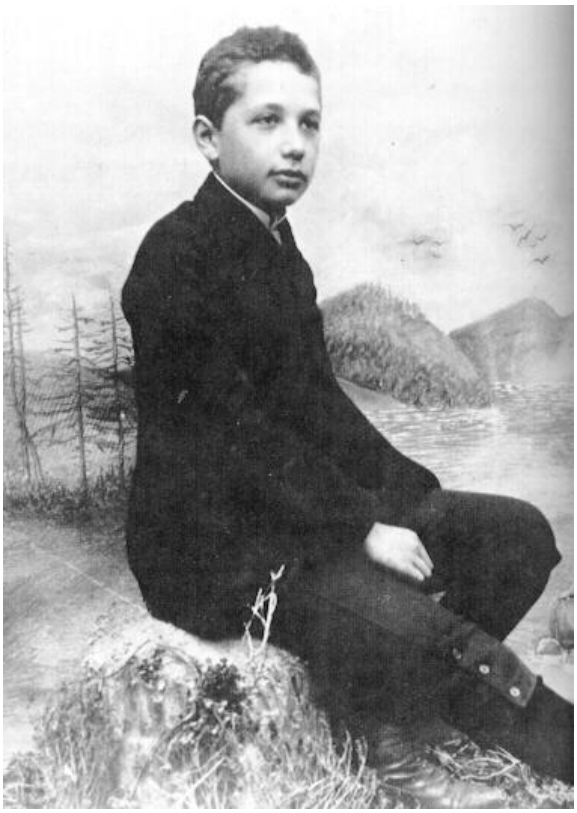
Qandaydir besabab asosga ko‘ra Eynshteyn maktabda juda yomon o‘qigani haqida gap-so‘zlar yuradi. Bunday gaplar umuman asossiz bo‘lib, so‘zimizning dalili sifatida, uning Fanni ismli xolasining, Paulinaga yozgan xatlaridan biridan iqtibos keltirishimiz mumkin: «*Kecha Albertga tabel topshirishdi. U yana sinfda eng a’lochi bo‘ldi va unga a’lo tavsifnoma berishdi*». O‘sha vaqtda Albert yetti yoshda edi. Uning o‘rta ta’limdagi yutuqlari, ayniqsa, fizika va matematika bo‘yicha ilg‘orligi keyinroq Myunxendagi Luitpold gimnaziyasida o‘qigan yillarda ham saqlanib, sayqallanib borgan.

Albatta ba’zi-baz’ida o‘qituvchilari Eynshteynga salbiy tavsiflar ham berib turushgan. Lekin bunday tavsifnomalardagi qaydlar hech qachon uning o‘qishdagi qoloqligi yoki, fanlarni o‘zlashtira olmasligi bilan bog‘liq bo‘lmagan. Balki ular doimo mavjud ta’lim tizimining g‘oyaviy muddaolari va yosh Eynshteynning shaxsiy qarashlari orasida tafovutlar mavjudligi bilan bog‘liq bo‘lar edi. Yosh Albert Eynshteyn va o‘sha zamon nemis hukumati vakillari orasidagi ixtilofli munosabatlar – olimning bolaligi va o‘smirlik davri ishtirok etgan syujetlarga ega latifanamo hikoyalarning ikkinchi asosiy bosh mavzusi hisoblanadi. Agar yosh o‘quvchi Eynshteynga o‘qituvchilari tomonidan berilgan salbiy tavsiflarni yig‘ib chiqilsa, ular butun bir kitobga jo bo‘lar edi. Kunlardan birida g‘azablanib ketgan o‘qituvchilaridan biri, agar mabodo Albert uning darslarida ko‘ziga ko‘rinmasa, o‘zini baxtliroq xis qilishini ta’kidlagan ekan. Albert o‘zini oqlamoqchi bo‘lib: «*Men hech narsa qilganim yo‘qku!*» - desa, o‘qituvchi «*Bu gaping to‘g‘ri, lekin sen*

Yuqoridagi fotosuratlarda: **Albert Eynshteynning otasi va onasi German hamda Paulina.**

Pastdagi chap tarafdagi fotosuratda: **Albert Eynshteynning saqlanib qolgan eng kichik yoshdagi rasmi.**

Pastdagi o‘ng tarafdagi fotosuratda: **Eynshteyn 14 yoshda. Myunxen.**



oxirgi partada shunday istehzoli tabassum bilan o‘tiribsanki, senga qarasam, darsni olib borish uchun kerak bo‘ladigan ehtirom atmosferasi tarqab ketmoqda...» degan ekan. Ziddiyat ikki taraflama edi. Bo‘lajak daho olim, o‘ziga o‘ta qattiqqo‘llik bilan ta’lim berishga urinadigan o‘qituvchilari oldida bo‘yin egishni istamasdi. «*Mening maktabdagi o‘qituvchilarim serjantlarga, Institutdagilari esa leytenantlarga o‘xshar edilar*» - deydi bu haqida olimning o‘zi. Bu qarama-qarshilik, Eynshteynning hali boshlanib ulgurmagan karyerasini shundoq bo‘g‘ib qo‘yishi ham mumkin edi.

Eynshteyn sinfdoshlari bilan ham til topishishga qiynalardi. Ular yosh Albertning harakatli o‘yinlarga nisbatan qiziqishi yo‘qligini g‘alati, shubhali holat deb qarar edilar. Lekin Albert o‘z uyida doimo kuchli mehr va himoya og‘ushida bo‘lgan. 1881 yilning 18 noyabrida Eynshteynning yagona singlisi Mariya dunyoga keladi va uni oila davrasida Maya deb atay boshlaydilar. Avvaliga Albert oilaning yangi a’zosi paydo bo‘lishi munosabati bilan biror jo‘yali munosabat bildirmagan ekan (uning aravachasi bormi yoki yo‘qligi bilan qiziqqan xolos). Lekin keyinchalik aynan singlisi, uning hayotdagi eng yaqin sirdoshiga aylangan. German va Yakob Eynshteynlar oilasi, Myunxen yaqinida, o‘z fabrikalaridan uncha uzoq bolmagan joyda, bir uyda ahil va inoqlikda yashashar edi. Uy oldida katta va keng bog‘ bo‘lib, uni bolalar kichik ingliz bog‘i deb atashgan (Myunxenda ingliz bog‘i deb ataladigan katta bog‘ bo‘lgan). Eynshteynlar oilasi qo‘ni-qo‘shnilar bilan unchalik ham yaqin aloqalarga kirishishmagan va oilaviy sayohat bilan toqqa chiqish yoki, ko‘l bo‘yida dam olish kabi mashg‘ulotlarni afzal bilishgan.

Albert Eynshteynning ilm-fanga kirib kelish yo‘li boshida ikkita buyum alohida ahamiyat kasb etadi. Ulardan birinchisi – Albertga to‘rt yoshga to‘lganida otasi sovg‘a qilgan kompas; hamda ikkinchisi – Yevklidning «Boshlang‘ichlar» kitobi bo‘lgan. Kompasning magnitlangan ko‘rsatkichi tabiat sirlariga tomon yo‘l boshlar edi, qadimgi yunonning kitobidagi postulat va aksiomalar esa, mazkur tabiat sirlarini bilish va anglash borasidagi inson aql-zakovatining imkoniyatlariga ishora qilar edi. Kompas va Yevklid geometriyasi darsligi Albert Eynshteynga hayot yo‘lidagi taqdirini belgilab berdi. Magnetizmni nisbiylikning sof fenomeni sifatida qarash mumkin; nisbiylik nazariyasini o‘zini esa, voqe’likning geometrik ko‘rinishi sifatida baholasa bo‘ladi.

Erta aqlini tanigan bola sifatida men, aksariyat odamlar butun umrini sarflab yuboradigan ayrim orzu – umidlar va intilishlarning oxiri puch homxayoldan iboratligini ancha avval anglab yetdim.

Albert Eynshteyn.

Ko‘p aytiladigan asossiz gaplardan yana biriga ko‘ra, Eynshteyn yoshligida matematikani o‘zlashtirishga qiynalgan emish. Aslida esa bu fan uning ishqi tushgan eng birinchi obyektlardan biri bo‘lgan. Eynshteyn tug‘ilgan shahar – Ulmning shiori «*Ulmenses sunt mathematici*» tarzida yangrashi ham bejiz emas (shiorning ma’nosi lotinchada, «Barcha Ulmliklar – matematiklardir» deganidir). Albert Eynshteyn maktab darsliklaridagi har bir mavzuning mohiyatini oldindan bilib olishga intilardi va doimo, darslikda bayon qilingan mavzu matnidan boshqacha tarzda, ya'ni, o‘z talqinicha tushuntirshlar berishga urinar edi. Ushbu bolalarcha odat, keyinchalik olim Eynshteynning eng asosiy shaxsiy fazilatlaridan biri bo‘lib shakllangan xislati – mustaqil fikrlay olish va boshqalar nazdida g‘ayritabiiy ravishdagi izchillik bilan mantiqiy mulohaza yuritish qobilaytiga aylandi. Uning bunday qobilaytlarining sayqallanishida, amakisning ataylab hazil sifatida qilgan ayrim ilmoqli gaplari ham katta turtki bo‘lganligini olim o‘zining kech xotiralarida qayd etib o‘tgan. Olimning xotirlashicha, amakisi unga murakkab masala va misollardan iborat topshiriqlarni berar ekan, yosh jiyanining mazkur masalalarni yecha olishiga shubha qilishini ataylabdan ovoz chiqarib aytib, uni yanada qattiqroq va mukammalroq ishlarga undagan.

Aka uka Yakob va Germanning birgalikdagi loyihalari, ularning zavodi iqtisodiyotini borgan sari boshi berk ko‘chaga olib kirib qo‘yayotganligiga qaramasdan, Yakob o‘z jiyaniga doimo juda yaxshi e’tibor qaratgan va kuchli ilhombahsh ta’sir ko‘rsatgan. Yosh Eynshteyn fabrikada ko‘rinish berishi bilanoq, uning ixtirochi va o‘ta qiziquvchan amakisi, fabrikadagi dastgohlarning har biri haqida erinmay hikoya qilib, mashinalarning ishlash tamoyillari haqida so‘zlab bergan. Albert galvanometrlar va elektrokimyoviy batareykalar bilan o‘ynab, amakisi bilan ko‘p sonli fizik tajribalarni bajarib ko‘rish bilan kun o‘tkazgan. Nazariyotchi fizik Eynshteyn timsoli bizni u haqida beixtiyor o‘zga olamdan kelgan odam ekanligi haqida o‘yashga undaydi. Olimning bolalik yillaridan boshlab eng katta qiziqish bilan shug‘ullangan mashg‘ulotlaridan biri – mashinalar bo‘lgan. Bolaligidayoq u konstruktor o‘yinlarini yig‘ishni yaxshi ko‘rgan va turli xil mexanizmlarning qanday ishlashini tekshirish payida bo‘lgan. Yoshi ulg‘ayib, katta bo‘lgach esa u qator ixtirolariga patent olgan va muzlatgich, hamda, elektr kuchlanishini o‘lchovchi asboblarning yangi modellarini loyihalagan. U texnik ijodiyotning boshqa ishqibozlari bilan qizg‘in yozishlamalar olib borgan.

Eynshteyn o‘zining ikkinchi ma’naviy ustozi – Maks Telmey bilan tanishganida 10 yoshda bo‘lgan. Ushbu polyak talabasi, German va Paulina Eynshteynlar xonadonida doimiy mehmon bo‘lib, besh yil davomida bu xonadonga muttasil ravishda kelib turgan va oila a’zolarining turli xil munozaralarida doimiy ishtirokchiga aylangan. Yosh bilan bog‘liq katta farqqa qaramay (Maks va Albertning orasidagi farq 12 yosh bo‘lgan) ular o‘zaro mushtarak qiziqishlar tufayli mustahkam do‘stlashishgan. Telmeyni yosh do‘stining chuqur aqliy zakovati doim

lol qoldirib kelardi va u o‘z maslakdoshiga qiziqtirgan savollarga javob topish yuzasidan yordamlashni hush ko‘rardi. Maks Telmey yosh Eynshteynga, Lyudvig Byuxnerning «Kuch va materiya», Aleksandr fon Gumboldtning «Koinot» kitoblarini hamda, Aaron Bernshteynning tabiiy fanlar borasidagi ilmiy-ommabop mualliflik ishlari to‘plamini hadya etadi. O‘sha zamonaning boshqa bolalari Jyul Vern asarlarini qanday sevib mutolaa qilishgan bo‘lsa, Albert Eynshteyn ham mazkur kitoblarni shunday katta ishq bilan o‘qib chiqqan edi.

Davr ruhiyati shunday bo‘lganki, Albert Eynshteyn, zamonaning eng ilg‘or texnik va texnologik yutuqlari bilan hech bir tog‘anoqlarsiz tanishib borishga erishgan. Masalan, 1861 yilda Jeyms Klark Maksvell elektromagnit maydon tenglamasini keltirib chiqardi. Albert yashagan uydan atiga bir mahalla naridagi Yakob Eynshteyn va K° zavodida esa, elektrotexnika zavodi ishchilari elektr cho‘lg‘amlarni yig‘ar va zaryadlar, kondensator va qarshiliklarni yasar edilar. Xuddiki havoning ozi ham elektrlashayotgandek tuyular edi...

Elektr asri.

Eynshteynning kompasga qarab hayratlanishi, odamzotning qadim zamonlardan buyon elektrostatik hodisalarni kuzatib hayratlangandagi hissiyotlari bilan uzuviy qardosh edi. Elektr so‘zining o‘zi, yunonchadagi «*elektron*», ya'ni, «qahrabo» so‘zidan kelib chiqqan; «magnetizm» so‘zining aniq etimologiyasi esa fanga ma’lum emas. Biroq taxminlarga ko‘ra u, Fessaliyaning (Yunonistodagi tarixiy viloyat) Magnesiya hududi nomidan kelib chiqqan bo‘lishi mumkin. Agar sochga qazilma smola bo‘lagi bilan ishqalansa, u hurpayib dikkayib qolishi hodisasiga odamzot aynan qachon e’tibor qarata boshlaganligini hozir hech kim aniq bilmaydi. Kompasning o‘zini xitoyliklar ixtiro qilishgan bo‘lib, u eramizdan taxminan 200 yilcha muqaddam, Xan sulolasi hukmronligi davrida paydo bo‘lgan. Biroq, bu fenomening siri faqat XVI asrga kelib ochilgan: kompasning magnit strelkasi va Yerning magnit maydoni orasidagi aloqani, birinchi bo‘lib, qirolicha Yelizaveta I ning saroy shifokori bo‘lib xizmat qilgan Uilyam Gilbert tushuntirib bergan edi.

Elektromagnetizm hodisalariga bo‘lgan qiziqish, ma’rifat uyg‘onish asrida sezilarli parvozlarni amalga oshirdi. Lekin faqat XIX asrdagina uning ichki qonuniyatlarini ilmiy tahlil qilishga kirishildi. Amalga oshirilgan kashfiyotlar va qilingan ixtirolar, sanoatning jadallashishiga sababchi bo‘ladi. o‘z navbatida esa bu jarayon Angliyada patentlash tizimining takomillashuviga va qishloq xo‘jaligini

ratsionallashishiga, hamda, bug‘ dvigatelining ixtiro qilinishiga turtki berdi. XX asr texnologik inqilobi, o‘zining asosiy harakatlantiruvchi kuchi va tanaychi bo‘lgan elektr energiyasidan minnatdor bo‘lmog‘i lozimdir.

Bu boradagi bilimlarning nazariy asoslarini yaratishni farang olimi Sharl Ogyusten Kulon (1736-1806) boshlab berdi. U elektrostatik kuch qonuniyatlarini ochgan edi: elektr zaryadlari orasidagi tortishish yoki, itarilish kuchlari, ularning kattaliklariga to‘g‘ri proporsional, ular orasidagi masofa kvadratiga esa teskari proporsional. Bu ta’rifdan Nyuton g‘oyalarining aloqasini sezmlaslik mumkin emas. Agar itarilish kuchi effektini olib tashlab, zaryadlar o‘rniga massalarni qo‘yib qayta o‘qisak, amalda Nyutonning butun olam tortishish qonuni kelib chiqadi.

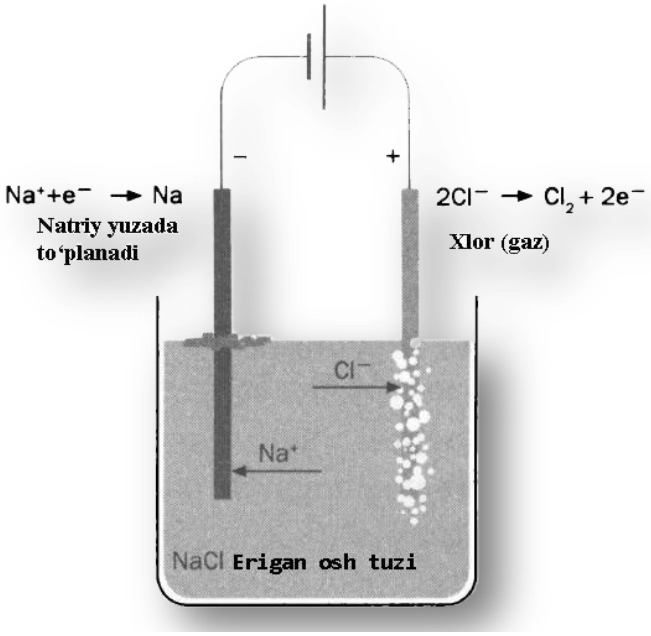
Ba’zi dengiz jonivorlari (xususan, skatlar) tanasida elektr toki hosil bo‘lishi jarayonini texnik vositalar yordamida takrorlab ko‘rish asnosida, 1800 yilda Alessandro Volta kimyoviy batareyani ixtiro qildi. Bu ixtiro tadqiqotchilar uchun haqiqiy sovg‘a bo‘lgan edi. Qo‘l ostida doimiy tok manbaiga ega bo‘lish orqali, turli xil elektr zanjirlarni tuzish yig‘ish paydo bo‘lib, bu esa, cheksiz imkoniyatlar eshigini ochib beruvchi kalit o‘laroq qaralishi mumkin. Atiga bitta misol keltiramiz: o‘sha zamonlarda kimyoviy batareyasiz, elementlarning tarkibiy qismlarga parchalab tadqiq qilishning asosiy usullaridan biri – elektrolizning amalda mavjud bo‘lishi imkonsiz bo‘lgan.

Voltaning mazkur ixtirosi tufayli, olimlar nazdida shu choqqacha alohida-alohida yo‘laklardan borgan elektr va magnetizm hodislari orasida sirli aloqa borligi bilib olindi. 1820 yilda Hans Xristian Ersted (1777-1851) o‘qishga unchalik ham ishtiyoq ko‘rsatmayotgan talabalariga, o‘tkazgichdagi elektr toki unga yaqinlashtirilgan kompas strelkasini yo‘nalishdan og‘ishga majburlayotganini namoyish qilib berdi. Ilgari bunday xossaga faqat doimiy magnitlar ega bo‘ladi xolos deb hisoblanar edi. Erstedning e’tiborsiz talabalaridan farqli o‘laroq, ilm-fanga ishtiyoqmand ziyolilar orasida ushbu kashfiyot jo‘shqin munosabatlarga sabab bo‘ldi: kishilik jamiyati olamni o‘rganishni boshlaganidan buyon ilk bora, magnetizmning kuchi bilan, zaryadlangan jismlar, magnitlar va ularning massalari o‘zaro uyg‘inlikka ega ekanligini aniqlangan edi.

Ushbu ilmiy ish natijasi boshqa bir farang olimi Andre Mari Amperning (1775-1836) qiziquvchanligini orttirib yubordi. U elektr toklarining o‘zi ham, magnit tabiatiga ega ekanligi sababidan, o‘zaro tortishishi, yoki, itarilishi mumkin ekanligini isbotlab berdi. Kulon singari Amper ham, o‘z ilmiy natijalarining yakuniy xulosalariga kelishda, istalgan laboratoriyda topiladigan vosita – matematik tenglamalardan keng foydalangan.

Elektr nimalarni bog‘lagan...

Moddaning atomlarni o‘zaro bog‘lanishini ta’minlovchi zarralar elektr tabiatiga ega ekanligi sababli, modda orqali elektr tokini o‘tkazish, bunga teskari effekt berishi, ya'ni, uni tarkibiy qismlarga parchalashi mumkin. XVIII-XIX asrlar davomida moddalarni tarkibiy qismlarga ajratish va ularni tashkil qiluvchi eng asosiy elementlarini aniqlash maqsadida turli xil parchalash usullaridan keng foydalanilgan va elektroliz bunday usullar ichida eng asosiylaridan biriga aylangan. Elektroliz usuli moddani shu darajada parchalash imkonini berdiki, u orqali, ilgarilari istalgan boshqa turdagi sof kimyoviy tasirga qarshilik qilgan elementlarni ham ilg‘ash imkoni paydo bo‘ldi. Jarayonning mohiyati, parchalanishi lozim bo‘lgan modda solingan idishga turli qutbli elektrodlarni tushirish bilan bog‘liqdir. Elektr o‘tkazuvchi muhit hosil qilish maqsadida, parchalanishga tayyorlanayotgan modda suvda eritiladi yoki, qizdirib eritiladi. Oddiy osh tuzining (NaCl) elektrolizlanishi jarayonini ko‘rib chiqamiz. Xona haroratida xlorning manfiy ionlari (Cl^-) va natriyning musbat ionlari (Na^+) qattiq modda strukturasini hosil qiladi. Avvaliga tuzni eritib olish va uning ionlari orasidagi bog‘lar bo‘shroq holga kelishi uchun, uni 800 °C gacha qizdirib olish kerak. Keyin agar yetarli kuchlanishdagi tok berilsa, xlorning manfiy zaryadlangan ionlari, elektronlarning tortish kuchi tufayli, musbat elektrodga tomon harakatlana boshlaydi. U joyda xlor ionlari, zaharli neytral xlor gazi molekulalariga aylanadi. Natriyning musbat ionlari esa, manfiy elektrod yaqinida to‘plana boshlaydi va u joyda yetishmayotgan elektronlarni o‘zlashtirib olib, oddiy modda holidagi natriyga (2Na) aylanadi, hamda yuzaga qalqib chiqadi. Ingliz kimyogari Gemfri Devi (1778-1829) kaliy karbonati, kalsiy karbonati, kalsiy oksidi (so‘ndirilmagan oxak) kabilarni elektrolizlash orqali, tarixda ilk bora sof holdagi natriy, kaliy kabi ishqoriy metallar, hamda kalsiy ishqoriy yer metallini olishga muvaffaq bo‘lgan edi. Maykl Faradey esa, elektroliz jarayoni qonuniyatlarini ifodalovchi va har bir elektroddan ajralib chiqadigan yoki, olinadigan modda miqdorini aniqlovchi formulalarni keltirib chiqardi.



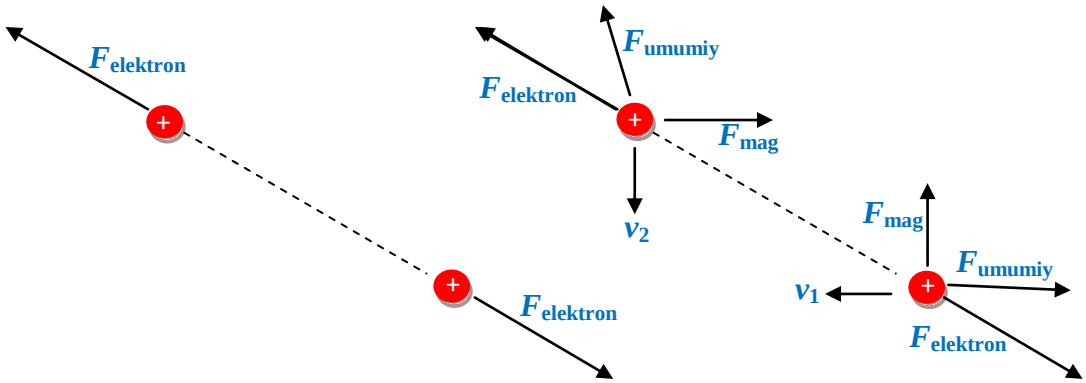
Bir qarashda yuqorida qayd etilgan qonuniyatlar biron-bir alohida o‘ta muhim nazariy masalalarni taklif etmagan. Olimlar o‘zlarini o‘rab turgan atrofi-olam haqida uncha-muncha ma’lumot to‘plab qo‘ygan edilar, va bu ma’lumotlar go‘yo olamning nisbatan aniq va mantiqan yaxlit bo‘lgan umumiy manzarasini tasavvur qilish uchun yetarli bo‘ladigandek edi. Bir tarafdan, markaziy kuchlar yordamida, ya'ni, nuqtaviy massalarni o‘zaro bog‘lovchi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab yo‘nlagan kuchlar vositasida o‘zaro ta’sirlashuvchi nuqtaviy zarralar mavjud edi. Bunday o‘zaro ta’sir bir zumdayoq va masofadan turib sodir bo‘lar edi. Boshqa tarafdan esa, moddiy muhitda tarqaladigan va o‘zaro ta’sirlashadigan zarrachalardan iborat bo‘lgan to‘lqinlar mavjud edi.

Ko‘rib turganimizdek, olimlar voqe’likni tahlil qilishda, kundalik turmushdan olingan hodisalarga tayanganlar. Xususan, hovuzga tashlangan tosh (zarra) va uning tashlanishi natijasida suv yuzasida hosil bo‘lgan aylanalar (to‘lqinlar) kabilar asosiy nazariy tahlil vositalari bo‘lgan. Biroq, zarralar va to‘lqinlar borasidagi bilimlar odam tasavvuri uchun qanchalik eski tanish bo‘lmasin, baribir masofadan turib bir zumdayoq ta’sir qilish hodisasi anchayin g‘alati tuyulgan. «*Bizning aqlimiz* – degan edi Eynshteyn, - *fizikadan tashqarida masofadan ta’sir qiluvchi biror kuchlar borligini bilmaydi*». O‘xshash tanqidlarga avvalroq tortishish qonunlarining Nyuton talqinidagi ta’riflari ham uchragan bo‘lib, uning tortishish qonunlari haqidagi tasdiqlari, bu qonunlarning barcha effektlarini miridan-sirigacha matematik usul bilan tushintirib bergan bo‘lsa-da, lekin ularning sabablari haqida lom-mim demagan edi. Bunday kesatiqlarga nisbatan Nyutonning o‘zidan olingan javob ko‘pchilikka ma’lum: «*Hyupoteses non figo*» - ya'ni, «*Men gipotezalarni o‘ylab topmayman*».

Nyuton uddalagan ishlarga bo‘lgan hurmat va hayrat, ulardan kelib chiquvchi ayrim xulosalardagi yopishmagan o‘ng‘aysiz tushunchalrni «yopib» yubora olishi – albatta ehtimoli yuqori bo‘lgan holatdir. Alalxusus, buyuk olimning ayrim xulosalari va mantiqiy mulohazalari izidan borsak, biz sayyoramizning istalgan burchagiga bir ondayoq biror xabar jo‘nata olishimiz mumkin bo‘lib chiqardi; buning uchun esa, muayyan massaga harakat uzatishimiz kerak bo‘lib, uning harakati esa u va biz oramizdagi masofaning qisqarishiga sabab bo‘ladi va shu bilan birgalikda, Yerdagi istalgan jismga ta’sir qiluvchi kuchni ham o‘zgartira olishi haqidagi xulosa kelib chiqardi.

Haloskor va targ‘ibotchi.

Markaziy kuchlar nazariyasi nurab tusha boshladi. Sababi, tajribalar elektromagnit o‘zaro ta’sirning nafaqat masofaga, balki, tezlik va tezlanishga ham bog‘liq ekanligiga yaqqol ishora qilib turar edi. Agar zaryadlar tinch holatda turgan bo‘lsa, mumtoz sxema juda yaxshi ishlar edi. Lekin, zaryadlar tinch holatdan qo‘zg‘lib, harakatga tushishi bilanoq, tenglamalardagi kattaliklar karrali ko‘payib, kuch vektorlari esa, zarrachalarni bog‘lab turuvchi to‘g‘ri chiziqqa nisbatan og‘a boshlaydilar (rasmga qarang).



Statik (chapda) va dinamik (o‘ngda) holatdagi ikkita zaryadlar orasidagi kuch vektorlari. Birinchi holatda, kuch vektorlari har ikki zaryadga nisbatan, ularni tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bilan ustma-ust tushmoqda ($F_{elektron}$). Zaryadlar V_1 va V_2 tezlikka ega bo‘lgach esa, tezlik vektoriga perpendikulyar yo‘nalishdagi magnit kuchi F_{magnit} paydo bo‘lmoqda. Zaryadlarning har biriga teng ta’sir etuvchi kuch, ya'ni, elektr va magnit kuchlarning yig‘indisi F_{umumiy} esa, o‘z vektori bo‘yicha, zaryadlarni tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bilan mos kelmayapti.

Asta-sekinlik bilan shu narsa ma’lum bo‘la boshladiki, amaldagi tushunchalar tizimi tobora muvaffaqiyatsizlikka uchramoqda va yangi qilingan kashfiyotlar yuzasidan tushuntirish berishga qodir bo‘lmay qolayotir. Yangicha vositalarni qidirib topsih zaruriyati paydo bo‘la boshlagan edi. Ingliz olimi Maykl Faradey (1791-1867) Kulon, Amper va Erstedlar tomonidan shakllantirilgan ga’royib eksperimental manzarini eng kerakli rakursdan turib kuzatishga muvaffaq bo‘ldi.

Faradey ko‘p jihatdan mislsiz serqirra shahs bo‘lgan. Uning o‘sib katta bo‘lgan muhiti shunchalik hokisorlik va kambag‘allik bilan kechganki, bu ahvolda uning ilmiy muvaffaqiyatlar haqida orzu qilishga ham imkoni bo‘lmagan. Shunga qaramay, uning yoshligida ish tanlashda omadi kelgan edi. Faradey kitoblarni muqovalovchi bo‘lib ishlagan va qo‘liga tushgan barcha kitoblarni o‘qib chiqishga

harakat qilgan. U ayniqsa, fizika va kimyo bo‘yicha kitoblarni ko‘p muqovalashiga to‘g‘ri kelgan.

Hozirda dunyoda ishlab chiqariladigan elektroenergiyaning 99% qismi, atom elektr stansiyalarida, gidroelektr inshootlarida, issiqlik elektrostansiyalari, shamol parraklari, yoki, suv ko‘tarilishiga asoslangan elektr stantsiyalarida hosil qilinadi. Ularning barchasi aynan Faradey tomonidan kashf qilingan va tushuntitirib berilgan hodisa – elektromagnit induksiyasi asosida ishlovchi tok generatorlariga tayanib foliyat yuritadi. 1831 yilning 17 oktyabrida Faradey o‘z kundaligida qoldirgan qaydnomada, agar o‘tkazgichni magnit yaqinida joylashtirilsa, unda elektr toki paydo bo‘lishi yozilgan edi. Bu qaydnoma, axtarilishi Ersted tomonidan boshlangan kalavaning uchini topilishiga olib keldi. Bir paytlar Daniyada elektr toki kompasning magnit strelkasini yo‘nalishdan og‘ishiga sababchi bo‘lgan edi; endi esa, Londondagi Qirollik Jamiyati yerto‘lasida Faradey olib borgan tajribalar, magnitning harakatini o‘tkazgichda elektr toki davom ettirishini isbotlab berdi.

Zamona fizikasidagi yopiq qolayotgan eshiklardan biriga kalit topgan ham aynan Mayk Faradey bo‘lgan. Bu – olim fanga taklif etgan maydon tushunchasi edi. Bu tushuncha haqida yaqqol tasavvur hosil qilish uchun, temir qirindilarining magnit qutbi yaqinida, yoki, elektr o‘tkazgich yaqinida o‘zini qanday tutishini kuzatish kerak bo‘ladi. Lekin bunday sodda tajriba ham, yanada ko‘proq savvollarni yuzaga chiqaradi. Metall qirindilari qanday kuchga bo‘ysunmoqda? Magnit qutbi va zaryadlar atrofidagi kuch chiziqlar, Faradey talqiniga ko‘ra esa, uyurmalanishlar nimaga orientirlangan?

Bunday unchalik ham ravshan bo‘lmagan tasdiqlar, harholda, Nyuton talqin qilgan markaziy kuchlar tushunchalarini ilm-fan kun tartibidan chiqarib tashlashga yetarli bo‘ldi. Eynshteyn faradeyning fikrlash tartibini tiklashga urinib ko‘radi:

> «[…] *barcha elektromagnit hodislarida elektrlangan zarralarning masofadan o‘zaro ta’sirlashuvining yolg‘on, sun’iy yo‘l bilan kechishini u ichki hissiyot, instiktga asosan sezgan bo‘lsa kerak. Qog‘oz varog‘iga sochilgan temir qirindilarining har biri qanday qilib yaqin atrofdagi o‘tkazgichda darbadar yurgan alohida elektr zaryadlari borligini bilib olishdi ekan? Barchaga, mazkur zarrachalarning umumuy to‘plami, ularni o‘rab turgan atrof-muhitda qandaydir holatni yuzaga keltirganki, u o‘z navbatida qirindilarning joylashish tartibiga ham ta’sir ko‘rsatgandek tuyulgan bo‘lsa kerak. Hozirda maydon deb atalayotgan ushbu fazoviy manzaralarning geometrik strukturasini hamda, ularning o‘zaro ta’sir qonuniyatlarini tushunib yeta olsak, sirli elektromagnit o‘zaro ta’sirlarning maxfiy taraflariga kalit topish mumkin»*

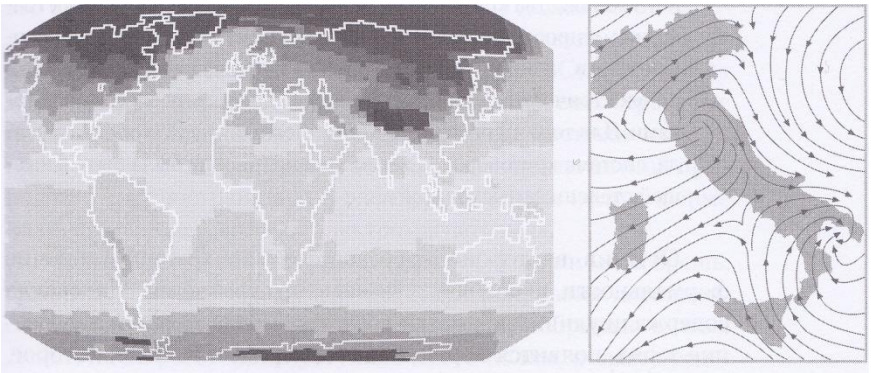
Elektromagnit sintez.

Maydonning modelini hosil qilish uchun uning fazodagi egallagan har bir nuqtasini matematik qiymat nuqtai nazaridan aniqlab olish zarur. Agar bu qandaydir sonli parametrlar bo‘lsa, unda biz skalyar maydon bilan ish olib borayotgan bo‘lamiz. Masalan, qattiq jismdagi haroratning taqsimlanishi, yoki, atmosfera bosimi xaritasi jarayonlari shunday maydonni yuzaga keltiradi. Agar bunday fazoviy nuqtaning har biriga son qiymatidan tashqari vektor ham berilsa, unda biz vektorli maydonga ega bo‘lamiz. Bunday maydon sifatidagi mumtoz misol tariqasida, suyuqlikdagi tezlikning tarqalishi sxemasini, yoki, yana meteorologiyaga murojaat qiladigan bo‘lsak, muayyan hududdagi shamollar xaritasini keltirish mumkin.

Bunday hodisalar asosida moddiy, mexanik struktura yotadi. Bosim, harorat, suyuqlik va shamollar harakati – molekulyar harakatlanishlarning makroskopik ko‘rinishidir. Olimlar, elektromagnetizm bilan ham xuddi shunday hol ro‘y beradi deb o‘lashgan. Elektr va magnit maydonlari, vektorning shunday kattalik tavsifiga ega bo‘ladiki, unga ko‘ra zaryadni maydonning qayeriga joylashtirilsa, u qay tomonga va qanday kuch bilan yo‘nalishini aniqlash mumkin bo‘ladi. Kuch chiziqlarining manzarasini ifodalovchi bu mikroskopik struktura nima bo‘ldi ekan?

Aftidan bu, istalgan muhitdan o‘ta oladigan, ko‘zga ko‘rinmaydigan va shu tufayli shu choqqacha hech kimga sezilmagan qandaydir nomoddiy bir narsaga o‘xshardi. Eng yuqori darajadagi mavhumlikka ega bo‘lgan ta’rifning o‘zi singari, hozircha to‘liq mohiyati tushunarsiz bo‘lib qolayotgan bu narsani efir deb atashdi.

Bu ko‘rinmas muhit, zaryadlarni tutib qolar, zaryadlar esa o‘z nabvatida, o‘zlarining mavjudliklari va harakatlari bilan, doimo unga ta’sir ko‘rsatib, uning elastik shaklini o‘zgarib turushga majbur qilishardi. Maydonning muayyan joyidagi muhit konfiguratsiyasi muayyan zarrachaning qismatini belgilab berar edi, lekin, shu bilan birga, zarrachalarning har biri, maydonning qismatiga ta’sir ko‘rsatar, demakki, bir vaqtning o‘zida, boshqa zarrachalar va o‘zining ham qismatiga ta’sir ko‘rsatar edi. Maydon va zaryad orasidagi bunday poyonsiz o‘zaro ta’sir qonuniyatlarini esa Jeyms Klark Maksvell aniqladi.



Skalyar maydonga misol (chapda). Har bir nuqatdagi rang intensivligi, u joydagi harorat ko‘rsatkichining son qiymatini ifodalaydi. Vektor maydonga misol (o‘ngda): Italiya hudud bo‘ylab shamolning harakatlanishi.

Jeyms Klark Maksvell, Maykl Faradey o‘zining kuch chiziqlari haqidagi g‘oyasini qog‘ozga tushirgan yili, ya'ni, 1831 yilda Edinburgda dunyoga keldi. Ko‘pchilik quruq oliftagarchilik mute’lari uchun, temirchi ota va dehqon ona farzandi sifatida gavdalangan Maykl Faradey «ataladan chiqqan suyak»dek qaralar edi. Shu sababli ham uning nazariy tahlil va mulohazalarini hech kim jiddiy qabul qilmagan.

Maksvell esa o‘sha zamon jamiyatining barcha «talab»lariga javob berar edi. Uning shajarasidan, kibor zodagonlar ismlarini topish mumkin edi, o‘zi esa, Edinburg va Kmebridj universitetlarida ta’lim olgandi. Kembridjda u yarim maxfiy faoliyat yurituvchi obro‘li «Kembrij targ‘ibotchilari» uyushmasiga ham a’zo bo‘lgan. Keyinchalik u London Qirollik kollejida tabiiy falsafadan dars bera boshladi va Kavendish laboratoriyasiga boshchilik qildi.

Olimning yuqori martabali hayot tarzi, unga Faradey g‘oyalarini jiddiy qabul qilishi yo‘lida to‘g‘anoq bo‘la olmadi. Matematik jihatdan aniq reysfeder yordamida Maksvell, o‘zi yetishgan fizik Faradey temir qirindilari vositasida ko‘rib his qilgan kuch chiziqlarini qog‘ozga tushirishga erishdi. Xususiy hosilalar yordamiga tayanib, u zaryadlar, tok va magnitning istalgan tartibotlari uchun maydonning strukturasi va evolyutsiyasini ifodalab bera oladigan qonuniyatlarni kashf etdi. Kulon, Amper, Ersted va Faradeylar qilgan kashfiyotlarni bir tizimga tizish orqali Maksvell, barcha makroskopik elektromagnit hodisalar yuzasidan tushuntirish berishga erishdi. Lekin, odatda eng inqilobiy ruhdagi murojaatnomalar ham, o‘tmishdan meros qilib olingan tilda yoziladi. Aytmoqchimizki, Maksvell ham elektr va magnit maydonlarining tavsifini ifodalovchi tenglamalarni keltirib chiqarishda, mexanik modellarga asoslangan pillapoyalardan foydalandi. Ingliz fizigi Frimen Daysonning so‘zlaridan iqtibos keltiramiz:

> «*O‘sha zamon olimlari, shu jumladan Maksvell ham, maydonni makonda tarqalgan ulkan uyurmalar va aylanishlarga ega bo‘lgan mexanik strukturalar ko‘rinishida tasavvur qilishga uringanlar. Taxmin qilinishicha, mazkur strukturalar elektr yoki magnit maydonadigi zaryadlar orasida o‘tuvchi tokning mexanik kuchlanishi strukturasini ifodalashi kerak edi. Maksvell formulalariga movofiq kelish uchun, aylanishlar va uyurmalanishlar tizimi o‘ta yuqori darajada jimjimador bo‘lishi kerak edi*».

Aylanishlar va uyurmalar hamda boshqa rasmiyatchiliklarni bir chetga qo‘yib, shuni ta’kidlash kerakki, Maksvellning formulalari, yorqin istiqboldan darak berib tutar edi. Agar zaryadni harakatga keltirilsa, o‘zgaruvchan elektr maydoni vujudga keladi va u esa, o‘z navbatida o‘zgaruvchan magnit maydonini hosil qilib, u ham o‘zgaruvchan elektr maydonining paydo bo‘lsihiga olib kelar edi... Ersted va Faradey kashfiyotlari o‘zaro tutashdi: ulardan biri albatta so‘zsiz ikkinchisini paydo qilar edi.

Tenglamalar bilan ish olib borar ekan, Maksvell, tarqalayotgan zaryad harakati, tovushning yoki boshqa to‘lqinlarning tarqalish modeli bo‘ysunadigan matematika modelga bo‘sunadi degan xulosaga keladi. Olim mazkur harakatning tezligini o‘ta aniqlik bilan hisoblab chiqardi; u elektromagnit va elektrostatik zaryadlarning xususiy qiymatiga mos kelib, taxminan 300000000 $\frac{m}{soniya}$ ni tashkil qilar edi.

O‘zi keltirib chiqargan differensial tenglamalarga ko‘ra, elektromagnit maydonlar to‘lqin shaklida va yorug‘lik tezligida harakatlanishini ko‘rsatib berganida nimalarni his qilganini bir tasavvur qilib ko‘ring! Bu olamda bunday hissiyotlarni tuyish baxti juda kamdan-kam insonlarga nasib etgan.

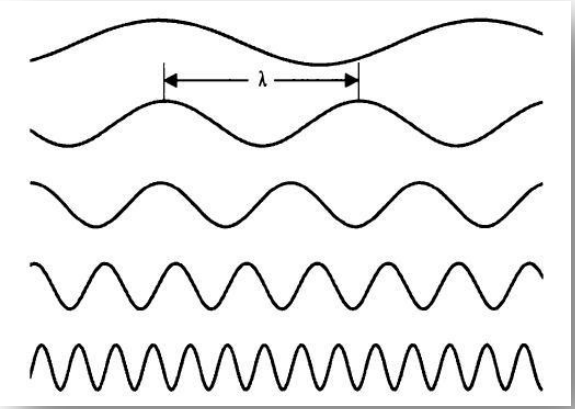
Eynshteyn Maksvellda kashfiyot yuzasidan paydo bo‘lgan hissiyotlar haqida.

Bu qiymat shunchaki oddiy son emas edi. 1849 yilda farang Ippolit Fizo (1819-1896) ko‘zguli labirintda yorug‘lik nurini kuzatdi va o‘ta aniq o‘lchash asboblari bilan qurollanib, yorug‘likning havoda tarqalish tezligini aniqladi. Uning hisob-kitoblariga ko‘ra, yorug‘lik tezligi 314858000 $\frac{m}{soniya}$ bo‘lib chiqqan. Fizoning vatandoshi Leon Fuko (1819-1868) esa bu ko‘rsatkichning yanada aniqlashtirgan: 298000000 $\frac{m}{soniya}$. Odatda buyuk olimlar o‘z kashfiyotlari haqidagi axborotlarni juda ehtiyotkorlik bilan tarqatishadi. Lekin, yorug‘lik tezligi va elektromanit maydon tezligi orasidagi bu darajadagi mos kelishni ko‘rib turgan Maksvell sukut saqlay olmasdi. U shunday xitob qilgan: «*Yorug‘lik tezligi va maydon tezligi o‘zaro shunchalik yaqinki, menga bu o‘xshashlikdan quyidagicha juddiy xulosa chiqarishga yetarli sabablar bordek ko‘rinmoqda: yorug‘likning o‘zi (issiqlik nurlanishi va boshqa turdagi nurlanishlar bilan birga) elektromagnit tabiatiga ega va elektromagnit maydonda, elektromagnetizm qonunlariga bo‘ysungan holda, to‘lqin shaklida taqraladi*».

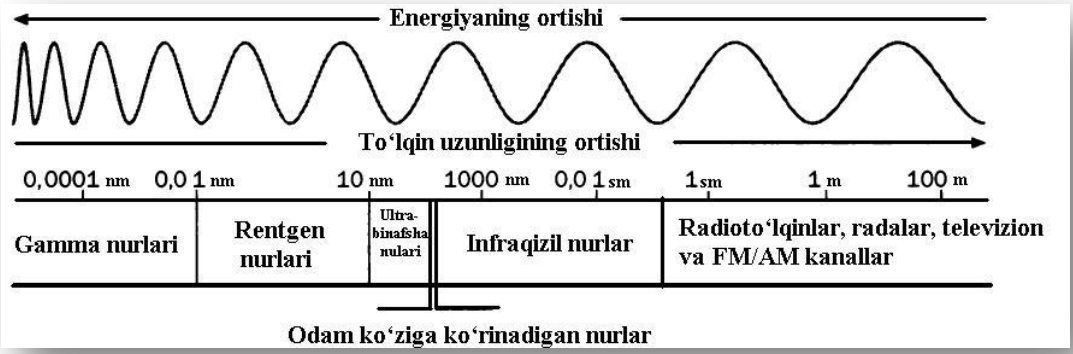
Bu kashfiyot, zamona ilm-fanida mavjud bo‘lgan olam tuzilishi haqidagi tushunchalarda, ta’bir joiz bo‘lsa, Darvinning «Turlarning kelib chiqishi» asari qilgan shov-shuv singari aks-sado qo‘zg‘atdi. Vanihoyat barchasi muayyan mazmun kasb eta boshlagan edi. Masofadan ta’sir tushunchasi o‘rniga maydon tushunchasi yuzaga chiqqan bo‘lib, uning chegaralaridagi har bir o‘zgarish albatta to‘lqin shaklida va katta tezlik bilan sodir bo‘lar edi. Maksvell tenglamalari fizikani unifikatsiyalash yo‘lidagi ilk qadamlardan bir bo‘lgan: Ersted bog‘lab bergan elektr va magnetizmga, Maksvell tomonidan yorug‘lik ham uyg‘unlashtirildi. Bunday uyg‘unlashuv esa, ko‘pchilik ilm-fan namoyondalari uchun kutilmagan holat bo‘ladi. Axir bu vaqtgacha yorug‘likni mohiyatan batareyalar, magnitlar va o‘tkazgichlar bilan aloqasi bo‘lmagan hodisa deb qaralar edi.

To‘lqin uzunligi va yorug‘lik...

Agar yorug‘likni to‘lqin sifatida tushunadigan bo‘lsak, cho‘zish va siqish mumkin bo‘lgan oddiy to‘qlindan farqli o‘laroq, yorug‘lik to‘qlinlarining vakuumda tarqalishida ular hech qanday o‘zgarishga uchramaydi. Siqish va cho‘zish deganda biz, λ bilan begilanuvchi va to‘lqin uzunligi deb nomlanuvchi takrorlanuvchi shablonning o‘lchamlarini o‘zgartirishni nazarda tutamiz.



Tarqalish tezligi doimiy boi’lganida, λ ning qiymati qancha katta bo‘lsa, chastota ν ning qiymati shuncha kichik bo‘ladi. Shu sababi λ va ν o‘zaro teskari kattaliklar bo‘lib, ularning nisbati $c = \lambda \cdot \nu$ formula orqali ifodalanadi. Bunda λ – masofa o‘lchov birliklarida, ν esa, teskari vaqt birliklarida o‘lchanadi. Tushunarliroq bo‘lishi uchun, ko‘rinadigan nurlar haqida so‘z yuritsak, bunda ko‘zimiz to‘lqin uzunligining o‘zgarishlarini, rang o‘zgarishi sifatida qabul qiladi. Agar binafsharang nurni olib, uni cho‘za boshlasak, u avval ko‘k, keyin yashil, zarg‘aldoq, qizil ... tarzida o‘zgaradi va vaqti kelib u ko‘rinmay qoladi. Siqishda ham shunday hol yuz beradi. To‘lqinlar diapazoni, bizning ko‘rish organlarimiz sezgirligi chegarasidan chiqib ketadi va bizga ko‘rinmaydigan ikki xil spektrni – ultrabinafsha va infraqizil nurlar sohasini tashkil qiladi.



Maksvellning ishlari bilan tanishar ekan, olmon fizigi Genrix Gers, ko‘zga ko‘rinmaydigan elektromagnit to‘lqinlarni tutishga kirishdi. Gers, elektromagnit to‘lqinlarning haqiqatan ham nur ekanligi, faqat ular inson ko‘ziga ko‘rinmas bo‘lgani uchun, biz ularni avvallari hech qachon ko‘rmaganligimizni isbotlab berdi. Odam ko‘zi bunday to‘lqin uzunligidagi nurlarni qabul qila olmaydi.

Fiziklar va muhandislar Maksvell tenglamalari uchun amaliy tadbiq sohalarini tez topishdi va ularning qo‘llanilishiga, tenglamalarda ifodalangan murakkab uyurmalar va aylanishlar tizimi ham halaqit berolmadi. Vaqt o‘tishi bilan, nazariyadagi bunday murakkabliklar o‘z-o‘zidan chetga chekindi. Bu xuddi, qurilsih yakunlanganidan so‘ng, keraksiz bo‘lib qolgan havoza singari taasurot uyg‘otar edi. Bu haqida Eynshteyn, o‘ziga xos bo‘lgan lo‘ndalik bilan quyidagicha izoh bergan edi:

> «*O‘n yillar davomida aksariyat olim-fiziklar, Maksvell nazariyasini yaqqol ifodalashi lozim bo‘ladigan qandaydir mexanik struktura topilib qolishiga umid bog‘lagan edilar. Lekin bu boradagi barcha untilishlarni puchga chiqargan narsa, yangich tushuncha bo‘lmish maydon tushunchasining bo‘linmas ekanligining tan olinishi bo‘ldi. Boshqacha aytganda olimlar, maydon nazariyasining mexanik asosi yo‘q ekanligiga ko‘nishga majbur bo‘lishdi*».

Maydon tushunchasi nafaqat bir jismning boshqasiga ta’sir ko‘rsatishi haqidagi savollarga javob berdi, balki, u shunchaki, qulay bo‘lganligidan, keng qo‘llanila boshladi. Lekin uning asosida fizika uchun boshqa bir yangi muammo kelib chiqdi: shu choqqacha oniy harakat ta’sirlarga asoslangan deb hisoblab kelingan tortishish nazariyasini qayta ko‘rib chiqish mumkinmi? Bu muammoga yechim topish uchun Eynshteyn yangi namunanadagi nazariyani – umumiy nisbiylik nazariyasini ixtiro qilishiga to‘g‘ri keldi.

Qayg‘u hamda xursandchilikda.

Ilm-fanning ilg‘or nazariyalari keyingi texnologik ishlanmalar uchun ajoyib poydevor tayyorladi. Kulon, Ersted, Amper, Faradey va Maksvellar ortidan, Markoni[1], Grexem Bell, Morze, Tesla, Edison va shuningdek, ilm-fan yutuqlari evaziga boylik orttirib olish ilinjida bo‘lgan tijoratchilarning butun bir to‘dasi yopirilib kirdi. Ular orasida Yakob va German Eynshteynlar ham, o‘z ulushlarini olish maqsadida elektromagnit maydon nazariyasining amaliy tadbiqlari sohasiga qo‘l urishdi.

Aka-ukalar Myunxenda ish boshlashgan ilk davrlarda, barchasi risoladagidek ketayotgan edi. 1885 yilda ular tarixda birinchi marta Oktoberfest[2]ni elektr chiroqlari bilan yoritish bo‘yicha shartnoma tuzishga muvaffaq bo‘ldilar. 1891 yilda esa ular Frankfurtdagi Xalqaro Elektrotexnika ko‘rgazamasida ishtirok etishdi.

Elektrotexnika sanoati boshni aylantirib yuboradigan darajada jadallik bilan rivojlanar edi. 1880 yildan 1890 yilgacha bo‘lgan oraliq 10 yillikda yangi turdagi telekommunikatsiya vositalariga bo‘lgan talab shu darajada yuqori bo‘lganki, bu vaqtda eng kamtarona ishlab chiqaruvchilar va savdogarlar ham, bu soha evaziga mo‘maygina pul ishlab olishlari mumkin edi. Biroq, asta-sekinlik bilan gigant nemis kompaniyalari, kichik korxonalarni va ayniqsa oilaviy biznesga asoslangan ishlab chiqarishlarni bozordan siqib chiqara boshladi. Bu esa oxir-oqibatda ularning kasodga uchrashiga olib keldi. 1894 yilda Yakob Eynshteyn va K° elektrotexnika zavodi birinchi marta kasodga uchradi. Korxona boshqaruvining Italiyalik vakili bo‘lgan Lorentsi Garrone, ishlab chiqarishni Italiyaga, aniqrog‘i Paviya shahriga ko‘chirishni taklif etdi. Albert Eynshteynning otasi German Eynshteyn, Garronening bu taklifini foydali va zararli jihatlarini yaxshilab mulohaza qilib, yetti o‘lchab bir kesayotgan bir vaqtda, tavakkalchiroq bo‘lgan akasi Yakob allaqachon chiptani olib Italiyaga ketayotgan poyezdga chiqib bo‘lgan edi.

Olmoniyada qolgan German va Paulinalar ham, Yakobning ortidan borishdan boshqa iloj topa olishmadi. Ular Myunxen yaqinidagi xushmanzara bog‘-rog‘lar ichida joylashgan osoyishta xonadonlarini, do‘st-birodarlarini, ona tili jozibasini, hamda, o‘g‘lilarini tashlab Paviyaga yo‘l olishdi.

Eynshteynning ota-onasi oilaviy moddiy qiyinchiliklar farzandlarining ta’lim olish jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatmasligi lozim deb hisoblashardi va shu sababli uni uzoq bir qarindoshlarining qaramog‘iga tashlab ketishadi. Yosh

---

[1] Markoni – radio ixtirochilaridan biri. G‘arbda radioni ilk bor ixtiro etgan odam sifatida aynan u tan olinadi. Vaholanki, radioning asl ixtirochsi A.S. Popov bo‘lgan.

[2] Myunxendagi Terezenvize maysazorida xar yili 16-sentyabrdan 2-oktyabrgacha o‘tkaziladigan pivo festivali.

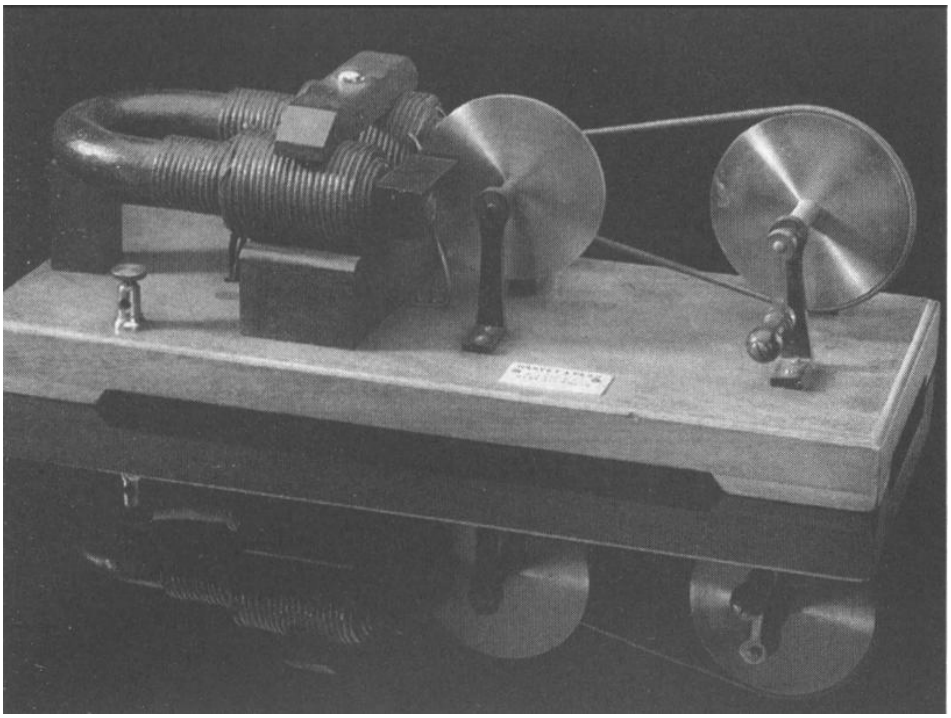
Eynshteyn ota-onasi Milandan jo‘natgan jo‘shqin va uzun maktublarni qabul qilib olar, lekin ularga telegrafcha qisqalik bilan javob berardi. Uning qisqa satrlaridan oila davrasining ajoyib mehr taftidan mosuvo bo‘lgani holda, endilikda maktab muhiti ham chidab bo‘lmas holga kelib qolgani ravshanlar edi. Yaqinlashib kelayotgan harbiyga jalb qilinish masalasi esa, Albertni kundan-kun tushkunlikka tushirar va umidsizlantirardi.

Olmoniyada o‘zini xuddi qamalib qolgandek his qilayotgan yosh Eynshteyn, nima qilib bo‘lsa ham u yerdan ketishga qaror qildi. U oilaviy vrach tomonidan imzolangan maxus ma’lumotnoma yozdirib olishga muvaffaq bo‘ldi. Bu ma’lumotnomada, yosh Eynshteynga, asabiy zo‘riqishning xavfli oqibatlarini oldini olish uchun, zudlik bilan o‘z ota-onasi yoniga yo‘l olishi lozimligi tavsiya qilingan edi. Ma’lumotnoma o‘z kuchini ko‘rsatdi va gimnaziya direktori, shundoq ham o‘z sevimli o‘quvchilari safida bo‘lmagan Eynshteynni darslardan ozod qildi. Eng qiyini ortda qolgan edi. 1894 yilning 29 dekabrida, Albert Eynshteyn va uning ota-onasi borib o‘rnashgan Milan shahrini 350 km masofa ajratib turardi va u ko‘nglidagi qo‘rquv va tahlikani yengib o‘tib, ushbu masofani ortda qoldirishga qaror qildi. U yangi yil ta’tilidan keyin Luitpold gimnaziyasi partasiga qaytmasligi haqida ota-onasiga aniq qilib yozib yubordi.

Bu qaror Eynshteynning butun kelajagini so‘roq ostiga qo‘yardi. Bir tomondan, tugallanmagan o‘rta malumot bilan u biror bir olmon oliy o‘quv yurtiga kira olmaydi. Harbiyga majburlik tushunchasi esa, uni batdardan ikkilantirardi. O‘sha zamonlarda Olmoniyada, 17 yoshga to‘lgan va bu yoshda vataniga xizmat qilish o‘rniga mamalakat tashqarisida yurgan har qanday fuqaro, o‘z-o‘zidan sotqin, yoki, qochoq hisoblanar edi.

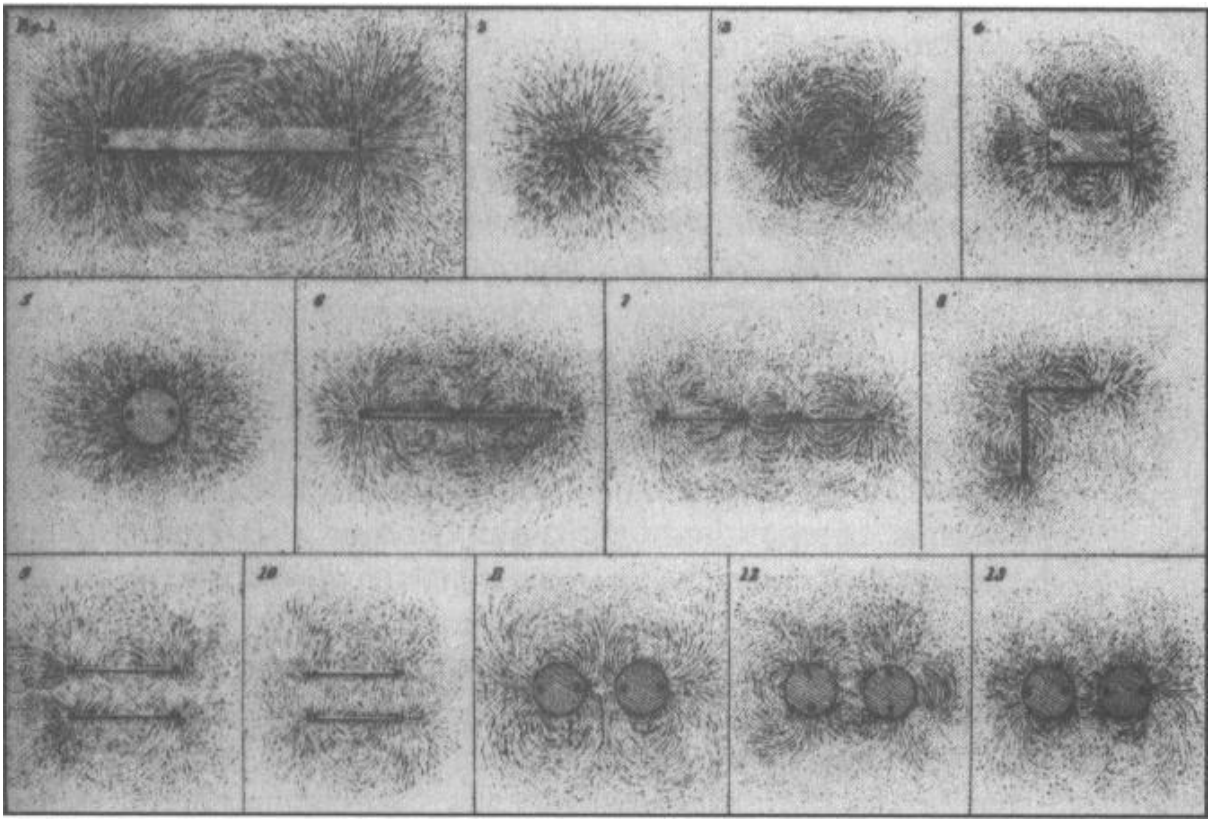
Ulug‘vor Alp tog‘larini gorizontda kuzatib, xushmanzara yo‘l orqali velosipedda Genuyaga ketib borar ekan, Eynshteyn Olmoniya fuqaroligidan voz kechib, Shveytsariya fuqaroligini qabul qilishni rejalashtirib qo‘ydi. Oilaviy korxona faoliyatida ishtirok etish g‘oyasini ham inkor etar ekan, Alebrt Syurix Politexnikumiga (Oliy Politexnika bilim yurti) o‘qishga kirishga qaror qildi. Bu variant qator afzalliklarga ega edi: Syurix Olmoniyaga qaramasa ham, lekin u Shveytsariyaning nemis tili asosiy til sanaladigan hududiga kirar edi; shuningdek, bu shahar fizika va matematika bo‘yicha oliy ma’lumotli mutaxassislar yetishtirib chiqarish bilan nom qozongan edi. Bu shahrda, zamona ilm-fani osmonidagi yorqin olim va pedagoglaridan bo‘lgan Genrix Veber, Adolf Gurvits, German Minkovskiy singarilar ishlab, talabalarga dars berishgan.

1895 yilning katta qismini Albert Eynshteyn Paviya va Milan orasida o‘tkazdi va asosan Politexnikumga kirish imtihonlariga tayyorgarlik bilan band bo‘ldi.



Yuqorida: **Maykl Faradey ixtiro qilgan elektrogeneratorning qayta tiklangan nusxasi. Mis disk taqasimon magnit qutblari orasida aylanadi va bundan elektr toki hosil boladi; shu tarzda mexanik energiya elektr energiyasiga ayalanadi.**

Pastda: **Magnit yaqinidagi temir qirindilarning harakati ifodalangan va Faradey tomonidan chizilgan tarixiy rasmlarning fotonusxasi.**



Stendal sindromi hurujlaridan xavotirga tushayotgan, hamda, kundan-kun Italiyani sevib qolayotagan Eynshteyn, otasi va amakisiga yordam berish maqsadida ularning endi Apenninda tashkil qilgan fabrikasida hozir bo‘ldi. Ushbu tashrif ham Eynshteyn zakovatining yana bir bor tasdiqlanishi bilan boshlandi. Amakisi Yakob, fabrikadagi mutaxassislar bir necha kunlar davomida hal eta olishmagan bir muammoning yechimini jiyani atiga 15 daqiqada topib berganidan cheksiz hayratini yashirolmay qolgadi. Bu hodisa Eynshteynning buyuk ilmiy iste’dodining kurtaklaridan biri sifatida baholanadi. 50 yildan keyin yozilgan «o‘z tarjimai hol» qaydnomalarida olim bu haqida shunday eslagan:

> «*O‘n olti yoshimdayoq men, keyinchalik butun boshli bir nazariya unib chiqqan bir paradoks bilan to‘qnash keldim: agar men yorug‘lik nuri ortidan yorug‘lik tezligi* c *bilan (c- yorug‘likning bo‘shliqdagi tezligi) izma-iz harakatlansam, unda men bunday yorug‘lik nurini, o‘zgaruvchan elektromagnit maydondagi tinch holatdaginur sifatida qabul qilishim lozim bo‘lardi. Lekin amalda bunday emas; bu Maksvell tajribasidan ham va uning tenglamalaridan ham shundoq ko‘rinib turibdi*».

Bu paradoks yechimi topilguniga qadar Albertni deyarli o‘n yil ta’qib etdi. O‘zi bilmagan holda, hali o‘smir yoshda bo‘lgan bo‘lajak olim, miyasida maxsus nisbiylik nazariyasining kurtaklari paydo bo‘la boshlagan edi. O‘sha yili yoz oylarida Eynshteyn o‘zining ilk ilmiy maqolasini yozdi. U «Magnit maydonidagi efirning holatini ko‘rib chiqishga oid» deb nomlangan bo‘lib, bu maqolni u o‘z tog‘alaridan biri Sezar Koxga jo‘natgan.

Oktyabrda esa Albert Eynshteyn onasi Paulina bilan poyezdga o‘tirib, Syurixga, kirish imtohonlarini topshirishga yo‘l olishdi. Imtohon varaqalariga imzo qo‘yar ekan, bo‘lajak olimning qo‘llari hayajondan qaltiraganmi, yo‘qmi bunisi noma’lum, axir, o‘rtaga uning butun taqdiri qo‘yilayotgan edi-ku! Kirish imtihonlarining dastlabkisidan Eynshteyn yiqilgan. Lekin fizika va matematika bo‘yicha sinovlar natijalari, o‘sha paytda Syurix universiteti professori bo‘lib ishlagan mashhur olim Genrix Veberni lol qoldirgan. Maslahatlashuvlardan so‘ng, universitet ilmiy jmoasi, talabalikk qabul qilinmagan Albert Eynshteynga darslarga erkin tinglovchi sifatida qatanshib ta’lim olishga ruxsat berishdi. Plotexnikum direktori esa unga o‘rta ta’limni Arau shahar maktablaridan birida yakunlab olishni taklif etdi. Bu Bazel va Syurix shaharlari orasidagi xushmanzara ko‘rkam vodiyda joylashgan shahar bo‘lib, u yerda o‘rta ta’lim diplomini olgach, Albert keyingi yili universitetga qayta imtihon topshirishi mumkin edi.

Eynshteyn rozi bo‘ldi. Olmoniya Imperiyasining mustabid tuzumidan uzoqda yosh Eynshteynning xarakteri ham o‘zgardi. Hali u Italiyada bo‘lgan qisqa vaqt oralig‘idayoq, odamlar tomonidan unga nisbatan avvalari ko‘p ishlatilgan «odamovi», «pismiq» kabi tavsiflar kun tartibidan ko‘tarilgan edi. Bunday iboralar

o‘rniga esa, yosh Eynshteyn xarakterining ijobiy jihatlarini ifodalaydigan so‘zlar qo‘llanilishi boshlanib, yigitchaning endilikda qizlar bilan ham tanishishda ham tortinmaydigan bo‘lgani qayd etiladi.

Arauda Albert Eynshteyn ajoyib filolog mutaxassis, qiziquvchan havaskor ornitolog va tabiiy fanlarning kuchli shaydosi bo‘lgan Yost Vinteler xonadonida joylashdi. Uning oila a’zolari orasida yosh Eynshteyn mehr va hurmatgan sazovor bo‘lib, «o‘zlarinikdek» bo‘lib ketdi. Vintelerlar quvnoq va ahil oila bo‘lib, liberal qarashlar tarafdori edilar. Bu xonadonda kitoblar yoki, siyosat haqida uzluksiz oilaviy munozara yuritishar, biror bir bayram uyushtirib, xusrandchilik qilish uchun esa, bahona izlab o‘tirishmasdi. Albert o‘zi uchun beminnat homiylik ko‘rsatayotgan inson – Yost Vintelerni «dada», onasi Paulina bilan nafaqat ism borasida adash bo‘lgan, balki, pianino chalish hamda, bolalarga nisabatan beadad mehr-muhabbat xislatlari bo‘yicha ham o‘xshash bo‘lgan oila bekasini (ya'ni, Yost Vintelerning xotinini Paulina honimni) «oyi» deb chaqira boshladi. Vintelerlarning o‘z farzandlari haqida gap borganda esa, Albert Eynshteynning ular bilan munosabati aka-ukachilik darajasida bo‘lmaganini aytib o‘tish joiz. Harholda ularning qizlari Mari Vinteler bilan Albertning munosabatlari shunday deyishga asos bo‘ladi. Bu ikki yosh tez orada bir-birlariga yoqib qola boshlaydilar.

Arauda o‘rta maktabni tugatib, Albert Eynshteyn hayotining yangi bosqichini Shveytsariyaning eng nufuzli oliy ma’hadlaridan birida ta’lim olish orqali davom ettirishga qaror qildi.

Kunlardan birida Mari Vinteler Eynshteyn bilan suhbatda, ularni fizika ajratib yuborishidan cho‘chiyotganligini hazil aralash aytib o‘tgan ekan. Va haqiqatan ham shunday bo‘lib chiqdi. Universitetda Albert Eynshteyn bilan bir kursda ta’lim ola boshlagan 11 nafar do‘stlari ichida, Mileva Marich ismli qiz bo‘lib, u nihoyatda chiroyli bo‘lishi bilan birga, Eynshteyn bilan, masalan, gazlarning kinetik nazariyasi borasida tengma-teng ilmiy bahs olib borishi mumkin edi. Shu xislati bilan u yosh Albert shu paytgacha tanigan va tanishgan honimchalardan keskin farq qilardi. Tez orada Mileva Marich, Albert Eynshteynning talabalik muhabbati va birinchi xotiniga ayalandi.

Indallosini aytadigan bo‘lsak, opera uvertyurasidagi singari, 17 yoshidayoq Albert Eynshteyn, butun bir boshli inson hayotining leytmotivini yozib qo‘yib ulgurdi. Chunonchi u bu yoshgacha o‘zining ilk ilmiy maqolasini yozdi, hukumat vakillari bilan ixtiloflarga borib; avvaliga bir qizni yoqtirib keyinroq boshqasiga ko‘ngil qo‘ydi; eng asosiysi esa, butun boshli ilmiy inqilobni boshlab berishi mumkin bo‘lgan savolni o‘rtaga tashladi: **agar yorug‘lik nuri ortidan quvib unga yetib olinsa nima yuz beradi**?

2-bob.

Har qanday harakat nisbiydir.

Oddiy patent idorasining oddiy xodimi bo‘lib ishlayotgan Albert Eynshteyn, 1905 yil mobaynida, o‘sha zamon fizikasida haqiqiy to‘ntarish yasagan beshta maqolasini e’lon qildi. Bu maqolalarning birida, bo‘lajak maxsus nisbiylik nazariyasining kurtaklari mavjud edi. Yorug‘likning vakuumdagi tezligini aniqlanganidan so‘ng, zamon va makon haqidagi odatiy tushunchalarni qayta ko‘rib chiqishga to‘g‘ri keldi.

Yorug‘lik nuri ortidan quvib yetish haqidagi farazlardan Eynshteyn o‘zining maxsus nisbiylik nazariyasi tomon chiqib bordi. Bu nazariya o‘zining eng asosiy mohiyatidan tashqari, fizikadagi turli xil ixtilofli nuqtai nazarlarni ham murosaga keltirish uchun xizmat qilib berdi. Bu esa, odatda muvaffaqiyatdan ko‘ra ko‘proq omadsizlikka giriftor bo‘lib kelgan yosh olim uchun ulkan akademik yutuq sanalardi. Eynshteyn Politexnikumda o‘qish mobaynida, o‘zini ish joyi bilan ta’minlashi mumkin bo‘lgan universitet domlalari hamda turli xil akademik tashkilotlar bilan, va hattoki o‘z oilasi bilan ham munosabat rishtalarini amalda uzib yuborgandi. Agar Eynshteynning o‘sha paytdagi hayoti uchun shior tanlashi kerak bo‘lganida, unga eng munosibi shubhasiz «*Albert contra mundum*», ya'ni, lotinchada «*Albert butun dunyoga qarshi*» degan ibora bo‘lar edi. Yosh yigitchaning o‘qishga, romantik munosabatlarga va ilm-fan bilan shug‘ullanishga munosabatlari o‘sha zamon jamiyati qoliplariga sig‘maydigan darajada ziddiyatli bo‘lgan.

Genrix Veber bilan Eynshteyn o‘rtasidagi ilk uchrashuvda yuzaga kelgan o‘zaro hurmat va ishonch ruhiyati, Albertning Politexnikumga kirishdagi birinchi imtihonlardan yiqilganidayoq tarqab ketdi. Professorning Eynshteyndan hafsalasini pir bo‘lishi sababi uning o‘zlashtirish qobiliyati bilan bog‘liq bo‘lmagan shekilli. Harholda u Eynshteynning o‘qishdagi keyingi yutuqlariga doimo eng yuqori baho berib kelgan. gap shundaki, yosh Eynshteyn darslarda har doim ham o‘zini risoladagidek tutmas edi. Xususan, barcha talabalar Veberga nisbatan tantanali va ehtiromli munosabat bildirib «gerr Professor» deya murojaat etishayotgan bir paytda, Eynshteyn obro‘li ustoziga shunchaki «gerr Veber» deb murojatt qilishni ma’qul ko‘rardi. Birinchi smestrlar davomida Eynshteyn professor Veberning termodinamikadan o‘qiydigan ma’ruzalarini intiqlik bilan kutib, ularni maroq bilan tinglashni iddao qilgan edi. Biroq tez orada Eynshteyn Veberdan o‘zi kutgan fizikani tinglamayotganini his qila boshladi: Maksvellning elektrodinamika nazariyasi haqida Veber lom-mim demasdi. Eynshteyn bu borada mustaqil bilim egallashga kirishdi va darslarni qoldira boshladi. Uning baxtiga, kursdoshi va yaqin do‘sti Marsel Grossman birorta ham darslarni qoldirmas va ma’ruzlarni to‘liq yozib borar edi. Eynshteyn esa, Grossmanning daftarlaridan o‘qib imtihonlarga tayyorlangan va topshirgan.

Agar bular chindan atirgul bo‘lsa, albatta g‘uncha ochadi.

Eynshteynning yaqin do‘sti, muhandis Mishel Bessoning Eynshteyn ilmiy g‘oyalariga javoban bildirgan munosabati.

Biroq baribir auditoriyalarda Eynshteynning o‘rni bo‘sh qolayotgani tobora sezilib borardi va bu hurmatsizlik ifodasi sifatida baholanardi. Nihoyat toqati toq bo‘lgan

Veber Eynshteynga murojaat qildi: «*Yigitcha, siz aqllisiz, siz juda aqllisiz, lekin sizda nihoyatda katta kamchilik bor. Siz e'tirozlarga umuman chiday olmaysiz. Har qanday e'tirozlarga.*» Syurixga ilk kelganida yordam qo'lini cho'zgan professor, endi bitiruv vaqti kelganida Eynshteynga nisbatan teskari to'nini kiyib oldi. Yakuniy imtixonlarni a'loga topshirgan talabalar ichidan faqat Eynshteynga kafedrada ishda qolish taklifi berilmadi. Boshqa ilmiy muassasalar eshiklari ham uning uchun yopildi. Potensial ish beruvchilarning aksariyati yangi bitiruvchilarni ishga qabul qilishda asosan professor Veber tavsiyalariga murojaat qilishardi va Veber bu borada odatda tezkorlik va muqobillik javoblar berardi. Har qanday boshlang'ich tadqiqotchining ilk qadamlari qo'yiladigan birinchi bosqich – assistent lavozimiga qabul qilish borasidagi Eynshteynning barcha so'rovlari javobsiz qoldirildi. Avvaliga Albert Eynshteynni bundan jahli chiqqan. U 1901 yilga oid qaydnomalarining birida quyidagicha yozgan edi: «*Bu qari va tor fikrli kishilar o'zlari bilan salom-alikda bo'lmaganlarga qanday g'ovlar tayyorlashayotganligini o'ylash ham qo'rqinchli. Bu odamlar har qanday yosh va navqiron kishi timsolida o'zlarining chirib qolgan obro'lari uchun xavf-xatarni ko'radilar xolos*». Keyinroq esa unga bunday omadsizliklarni yengib o'tish uchun yumor hissi yordam berdi.

Politexnikum doirasida yuzaga kelgan ushbu ixtilof, Eynshteyndagi jamiyatning yozilmagan qoidalariga nisbatan «allergiya» sababli paydo bo'lgan ziddiyatlar ichida yagonasi emasdi. 1896 yil qishki smestri boshlanishi bilan, Albert, Serbiyalik talaba qiz – Mileva Marich bilan tanishadi. Bu qiz Albert Eynshteyndan uch yosh katta bo'lib, Shveytsariyaga universitet ta'limini davom ettirish uchun kelgan edi. Chunki Avstriya-Vengriya davlati tarkibida bo'lgan uning vatanida ilm-fan yo'lida mehnat qilish ayollar uchun mos emas deb hisoblanardi.

Albert Eynshteynning ota-onasi, uning Mari Vinteler bilan munosabatlariga hayrixoh bo'lganlari uchun, farzandlari hayotida Mileva Marichning paydo bo'lishini, xuddi sharpadan qo'rqqandek qo'rquv bilan kutib olishdi. Albertning onasi Paulina, o'g'lining yangi paydo bo'lgan ma'shuqasiga nisbatan shunday «xushomad» so'zlarni aytardiki, natijada u karikaturalardagi bezori qaynona timsoliga o'xshab qoldi. Uning fikricha, Mileva «juda qari», «ko'rimsiz» qiz bo'lib, «yaxshi oilaga kelin bo'lish uchun umuman munosib bo'lmagan ayol» edi. O'zining haq ekanligiga ishonchi komil bo'lgan Paulina, o'g'lini u haqida ogohlantiruvchi salbiy bashoratlar bilan ko'mib tashladi: «*U o'zingga o'xshagan kitobparast zararkunanda, senga esa, ayol kerak*», «*Sen o'ttizga kirganingda, u qari yalmog'izga aylanib bo'lgan bo'ladi*» kabi so'zlar shular jumlasidanir. Tabiiyki, har doimgidek Albertning nuqtai nazari boshqacha bo'lgan. U bu haqida shunday yozgan edi: «*Men ota-onamning xavotirlarini juda yaxshi tushunaman, ularning fikricha, erkak uchun xotin bu – faqat muayyan moddiy muvaffaqiyatlarga erishganidan so'nggina yetishish mumkin bo'lgan ziynat singaridir. Lekin men ayol va erkak munosabatlari uchun bunday g'oyalarni tadbiq etishni me'yordan*

ortiqcha dabdaba deb qarayman. Bunday tushunchaning mantig‘iga suyanadigan bo‘lsak, unda xotin va yengiltak ayollarning o‘rtasidagi farq, faqat unga yaxshi yashash sharoitlari hosil qilib berganlik uchun umrbodga birga yashash shartnomasi tuzgan singari bo‘lib qoladi. Bunday nuqtai nazar, aksariyat odamlarda bo‘lgani kabi, mening ota-onamda ham, hissiyotlarning aql ustidan hukmron bo‘lib qolishi natijasidandir. Lekin bizlar baxtli yashashimiz uchun va hayotdan ko‘proq bahra olishimiz borasida omadimiz keldi». O‘g‘lining bunday fikrlashi Paulinani oromini yo‘qotshiga sababchi bo‘ldi.

Eynshteynning ota-onasi, o‘g‘lining qaroriga yig‘i-sig‘i bilan munosabat bildirishdi. Xuddi u o‘lib ketgandek edi. Milevaning bitiruv imtihonlaridan yiqilganini eshitgan Paulina «*U endi nima qiladi*» - deb so‘ragan edi. Bu savolga Albert qat’iyat bilan, «*U endi mening xotinim bo‘ladi!*» - deb javob bergan. O‘g‘lidan bu gapni eshitgan ona bechora, to‘shakka yiqilib, bo‘g‘zidan otilib chiqayotgan yig‘i ovozini yashirish uchun boshini yostiq bilan berkitib yotib oldi. Eynshteyn bu voqealarni barcha tafsilotlari bilan birga Milevaga hikoya qilib berdi. Mileva ham bo‘lajak qaynonasiga unchalik yoqinqirash bilan qaramagan: «*Aftidan bu tannoz xonim, nafaqat mening, balki o‘z farzandining hayotini ham chidab bo‘lmas darajaga keltirmoqchi shekilli*» - deb yozgan edi u.

Paulinaning xatti-harakatlari o‘sha zamon zodagonlariga xos bo‘lgan odatiy isatklardan birini, ya'ni, farzandiga munosib qalliq topish ilinjini ifodalagani rost.

Albert esa, Milevaga yanada maftun bo‘lib, ularning Politexnikumdagi ma’ruzadagi ilk uchrashuvlaridanoq hayratini yashirolmay qolgandi. U singari odam uchun, Paulinaning «*U o‘zingga o‘xshagan kitobparast zararkunanda*» ko‘rinishidagi eng jiddiy yomonlashlari ham, eng katta maqtov so‘zlari kabi tuyulardi. O‘sha vaqtlarda ilmiy yutuqlar haqida orzu qiladigan qiz, noyob qimmatbaho la’l sinagri edi. Bir-birlariga qattiq ko‘ngil qo‘ygan Albert va Mileva, tadqiqotlarni birga olib borar, birga muhokama qilar va oilaviy ziddiyatlarni birgalikda yengib o‘tishardi. Ular kelajak uchun ulkan rejalar tuzib, shunchaki o‘zaro muhabbat bilan emas, balki ilm-fanga bo‘lgan yuksak rag‘bat orqali ham qattiq bog‘lanib qolgan edilar.

Albert va Milevaning o‘sha paytdagi hamma yozishmalari, barcha narsani yutib yuboruvchi narsalar, ya'ni, faqat muhabbat hamda, faqat fizika haqida bo‘lgan. Yoshlar nihoyat baribir o‘z maqsadlariga yetishdi. 1903 yilda ular turmush qurishdi. To‘y tantanalariga ikki tarafdan ham birorta qarindosh-urug‘ kelmadi. Mileva Vengriyadaligida qiz farzand dunyoga keltirdi (Eynshteynning bu farzandining taqdiri haqida hech nima ma’lum emas), keyinroq ularning oilasida yana ikkita o‘g‘il farzandlar dunyoga keldi. Lekin tez orada osoyishta romantik hayot o‘rniga, turmushning yo‘qsillik bilan yo‘grilgan shavqatsiz sinovlari kirib keldi. Doimiy moddiy yetishmovchiliklar tufayli Mileva va Albertning

munosabatlari asta-sekin darz keta boshladi. Ularning har biri oila simfoniyasidagi o‘z partiyasini rashk va kesatiqlar bilan yakunlaydigan odat chiqarishdi, ora-sirada esa, katta va kichik janjallar ko‘tarilib, bunda bolalar aziyat chekadigan holatlar ham ko‘payib qoldi. Siyqasi chiqqan va o‘sha zamon uchun oddiy holat bo‘lgan bunday yakun, agar uning ishtirokchilaridan biri, keyinchalik XX asrning eng buyuk shahslaridan biriga aylanmaganida, hikoya sifatida mutlaqo unutilib ketgan bo‘lar edi.

Yuqorida chapda: **Albert va Milevaning 1904-1905 yillar atrofida birga tushgan fotosurati.** O‘ngda**: Eynshteynlar oilasi farzandi Gans Albert bilan.**

Pastda: **Eynshteynning xotini Mileva va o‘gillari Gans Albert hamda, Eduard.**

Nisbiylik nazariyasining sirli muallifi?

Eynshteyn biografiyasining eng bahsli jihatlaridan biri, uning xotini Milevaning nisbiylik nazariyasining shakllanishidagi ta'siri haqidadir. Ming yillar davomida ayollar ilm-fanda asosan ikkinchi darajali joylarni egallardilar. Ularning kashfiyotlari eng yaxshi hollarda shunchaki e'tiborsiz qoldirilardi, ba'zan esa, ilm sohasida faoliyat yuritayotgan erkaklar tomonidan yuzsizlarcha o'zlashtirib olinar edi. O'qituvchi, homiy, yoki sherik sifatida ishlab ayollarning ilmiy yutuqlarini o'zlashtirib olgan bunday «erkak»lar tarafidan qilingan bunday noxolisliklar haqida kitoblar yozilsa, ular butun boshli bir kutubxonani egallashi mumkin. Misol uchun, britaniyalik matematik Uilyam Yung (1863-1942) o'z xotini, ajoyib iqtidorli matematik ayol Greys Chizxolmning (1868-1944) yutuqlarini o'ziniki qilib ko'rsatishdan aslo uyalmagan. U uyalmay netmay xotiniga shunday mazmundagi noma ham yo'llagan: «*To'g'risini aytganda, bizning maqolalarimiz uchun ikkalamiz ham imzo qo'yishimiz kerak edi. Lekin bu har ikkalamiz uchun ham naf keltirmaydi. Shu sababli bunday qilmaymiz. Shon-sharaf ham, bilimlar ham meniki, senga esa bilimlarni o'zi ham yetadi. Bizning davrimizda sen mavqe' shohsupalariga oshkora erisholmaysan. Men esa erisha olaman va shu sababli fan bilan mashg'ulman*».

Albert va Molevaning oilasi uchun ham shunday yondoshuvni tadbiq etish mumkinmi? Nisbiylik nazariyasining muallifligida Albert Eynshteyndan boshqa biror shahsning qisman bo'lsa-da ulushi bormi? Biz Eynshteyn va Milevaning bu boradagi tortishuvlarini, yolg'iz qolganda bu borada yuzma-yuz nimalar deb bahslashishganini bilmaymiz. Bu borada yangragan eng keskin ayblovlardan biri – «Harakatlanayotgan jismlarning elektrodinamikasi» nomi bilan chiqqan va er-xotin Eynshteynlarning ikkovining izmolari bilan nashr etilganligi haqida da'vo qilingan qandaydir maqola bilan bog'liq bo'lib, o'tkazilgan jiddiy tekshiruvlardan so'ng bunday maqola bo'lmaganligi va ayblovning asossiz ekani oydinlashdi. Shuningdek, Eynshteynning maxsus nisbiylik nazariyasining haqiqiy muallifi ekanligiga shubha qilguvchilar orasida, mazmunan bu nazariyaning asoslarini shakllantiruvchi qo'lyozma maqolalarda ikki xil husnixat mavjudligini xaspo'shlash odati mavjud. Eng asosiy ayblov da'vosi esa quyidagi ikki narsadan iborat: Birinchidan, Eynshteynning Milevaga yozgan xatlaridan biridagi ayrim jumlalar shubha uyg'otadi. Chunonchi uning qalamiga mansub bo'lgan va tarixan 1901 yilga taaluqli yozishmalarning birida «*Harakatning nisbiyligi haqidagi ilmiy ishimizni birgalikda muvaffaqiyat bilan yakunlaganimizda men qanchalik baxtiyor bo'lib gu'rurga to'larkinman...*» degan mazmundagi ritorik jumlalar bor. Qolaversa, keyinchalik olim o'ziga berilgan Nobel mukofotining qiymatiga teng qiymatdagi pul mablag'ini, allaqachon ajrashganiga qaramay, sobiq xotini Milevaga jo'natgani ham tanqidchilarning shubhalariga shubha qo'shadi. Lekin e'tibor bilan tekshirilsa, harakatning nisbiyligi tushunchasi, mazkur davr fizikasi uchun nisbatan keng

tarqalgan va ancha ommaviylashgan konsepsiya bo‘lib, 1901 yilgi xatdan ham bunday o‘rinsiz xulosa chiqarish o‘rinli emas. Chunki, asl mohiyati 1905 yilda e’lon qilingan nisbiylik nazariyasi uchun, 1901 yil, ya'ni, 4 yil avvalgi muhlat ancha ertalik qiladi deb o‘ylaymiz. Ajrashishdan keyingi mablag‘ jo‘natishlar esa, mualliflik huquqlariga aslo dahli bo‘lmagan bo‘lishi va shunchaki, g‘amxo‘r otaning o‘z sobiq oilasi haqida qayg‘urshi bilan bog‘liq bo‘lishi ehtimoli ham yuqori.

Shuni ham inkor etib bo‘lmaydiki, Mileva Marich, eri Albert Eynshteynni ilhomlantirib yurgan bo‘lajak buyuk nazariyaning mohiyatini haqiqatan ham juda yaxshi tushungan. U Eynshteynning bu borada yozayotgan maqolalarini tahrir qilib, kerakli o‘rinlarda zarur tuzatishlarni ham kiritib borishi mumkin edi. Bundan tashqari yosh olim o‘z g‘oyalarini boshqa shahslar – Mishel Besso, Filipp Frank, hamda, Moris Solovinlar bilan muhokama qilishni ham juda xush ko‘rgan. Bunday munozaralarda u qo‘shimcha g‘oyalar olar va o‘z fikrlarini mustahkamlab borardi. Shunday ekan, u o‘zining dilida pishitib yurgan yangi nazariyasini, o‘ziga eng yaqin deb bilgan insoni – xotini bilan o‘rtoqlashmagan bo‘lsihi ehtimoldan yiroq. Lekin biz endi, Eynshteynga xotinining maslahatlari qanchalik yordam bergani va ular qay darajada qimmatli bo‘lgani haqida hech qachon bila olmaymiz. Milevaning eriga yozgan xatlarining asosiy qismi yo‘q bo‘lib ketgan; saqlanib qolganlaridan ham nisbiylik nazariyasi haqida va umuman ilm-fan haqidagi qaydlar juda-juda kam. Shuningdek, Eynshteynning o‘zi tomonidan Milevaga yozilgan maktublar ichida ham, o‘qib chiqilgan kitoblar va suhbatlashishga muvaffaq bo‘lgan olimlari haqida zavq-shavq bilan yozilgan jumlalarga taqqoslaganda, nisbiylik nazariyasi haqidagi gaplar kamlik qiladi. Albatta, shubhakorlar fikrida doimo, Milevaning buyuk nazariya paydo bo‘lishidagi xissasini tasdiqlovchi yozishmalarni Albert Eynshteyn shunchaki yonib turgan kaminga irg‘itib yo‘q qilgan bo‘lishi mumkinligi haqidagi gumonlar ham to‘la bo‘lgan. Biroq, Mileva Marichning hali ajrashmagan paytida o‘z yaqin dugonasi Elen Kauflerga yozgan xatlaridan biri saqlanib qolgan bo‘lib, unda Mileva, erining olib borayotgan ilmiy ishlaridan qanchalik hayrat va zavqqa to‘layotganligi haqida yozgan. Lekin nazariyaning shakllanishidagi o‘zining ishtiroki haqida hech bir so‘z bitmagan.

Aniq tasdiqlashimiz mumkin bo‘lgan yagona narsa shuki, qanchalik og‘ir bo‘lmasin, Eynshteyn suyukli rafiqasi bilan ajrashganidan keyin ham avvalgidek buyuk olim bo‘lib qolaverdi va yana boshaqa buyuk ilmiy kashfiyotlar asoschisi bo‘ldi. Uning eng nufuzli va ko‘p qirrali loyihasi bo‘lmish umumiy nisbiylik nazariyasi, olim endilikda oilasiz, yolg‘iz yashayotgan vaqtida Berlinda tugallandi. Eynshteyn xarakteridagi Milevaga nisbatan bo‘lgan ayrim iltifotsizlik munosabatlari esa, o‘sha davr erkaklarining barchasi uchun yalpi tegishli bo‘lgan jihatlardan biri bo‘lib, shunday bo‘lsa ham, o‘z oilasiga nisbatan bepisand qarashdek illat Eynshteyn portretining hech bir rakursiga mos kelmaydi.

Milevaning akademik orzulari barbod bo‘lganida ham va bitiruv imtihonlaridan ikkinchi marta yiqilganida ham, Eynshteyn o‘z suyukli xotinini doimo zo‘r ishtiyoq bilan qo‘llab quvvatlab, birgalikdagi ilmiy loyihalarga rag‘batlantirib kelgan. U Milevani doimo uchragan omadsizliklarga qaramasdan ilm-fandan yiroqlashib ketmaslikka undar edi. Eynshteyn shuningdek, ilm-fan sohasida kurashga kirishgan boshqa ayol olimalarning himoyasiga ham bel bog‘lagani ma’lum. Xususan, yetuk olmon matematik olimasi Emmi Nyoter (1882-1935) ijodi uning doimiy diqqat markazida bo‘lgan.

Jamiyatga kirish

Eynshteyn garchi tashida bildirmaslikka intilgan bo‘lsa hamki, o‘zi va jamiyat o‘rtasidagi ziddiyatlarni juda og‘ir qabul qilardi. Albatta u, o‘zi suygan qizga uylanishga erishdi, lekin uning professional kelajagining juda omonat ekanligiga ishora qilgan ota-onasining gaplaridan qattiq xafa bo‘ldi. Singlisi Mayaga yozgan maktublaridan birida Albert o‘z hasratlarini yashira olmaganligini ko‘ramiz:

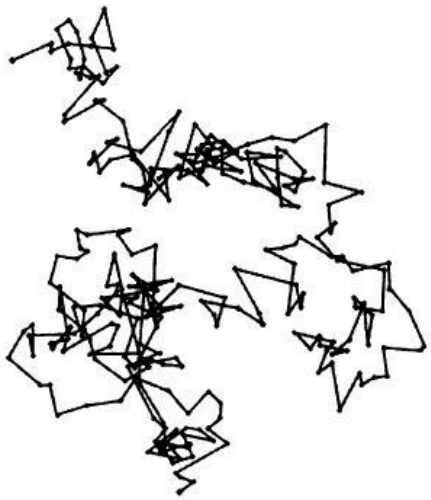
> «*Men oilamiz uchun daxmaza bo‘lib qolgandekman* [...] *taasurotim shundayki, men yaxshisi dunyoga kelmaganim ma’qulroq bo‘lgan bo‘larmidi. Qo‘l siltab tashlab ketmaslik uchun menga dalda bo‘layotgan faqat bitta fikr bor: men doimo o‘z kichkinagina kuch-quvvatim yetgancha harakat qildim hamda, ilm-fanga bo‘lgan ishqimni istisno qilsak, yillar davomida boshqa hech qanday ko‘ngilxushliklar va o‘yin-kulguga berilmadim*».

Tushkunlikka tushgan vaqtlarida Eynshteyn xatto ilm-fanni tashlab, sug‘urta kompaniyasiga ishga joylashish haqida ham o‘ylab qolardi. Biroq u vaqtinchalik ishlarda ishlab o‘zini ta’minlab turish bilan kifoyalanib bo‘lsa ham, baribir ilm yo‘lida sobit qolishga erishdi. U kundalik harajatlar uchun mablag‘ topish maqsadida xususiy holda o‘quvchilarga dars berishni tashkilladi, Vintertur oliy texnika maktabida matematika o‘qituvchisi o‘rniga vaqtincha ishlab berdi, Shaffxauzen internatida repititorlik qildi va hokazo shu kabi ishlar bilan shug‘ullanishga majbur bo‘ldi. U ko‘pincha to‘yib ovqatlanmas edi. Keyinchalik, Eynshteynning yaqin do‘stlaridan biri Fridrix Adler, yetishib chiqayotgan olim do‘stining kamquvvatlikdan va oz ovqatlanishdan o‘lib qolmasa edi deb jiddiy tashvishlangan paytlari bo‘lganligini eslagan. Bu vaqtda Eynshteyn huzurida bir bora mehmon bo‘lgan doktor Telmey ham, o‘z xotiralarida «olim uyidagi holat qashshoqlik chegarasidan dalolat berardi» deb guvohlik berib o‘tgan. Va nihoyat Politexnikum bo‘yicha eski qadrdon do‘sti Marsel Grossmanning ko‘magi bilan Eynshteyn Bern patent idorasiga doimiy ishga joylashdi. Uning vazifasi, unchalik ko‘p bo‘lmagan mablag‘ evaziga, mualliflari patent rasmiylashtirishni istagan

ixtirolarning amaliy ahamiyatini baholashdan iborat edi. Ta'kidlash joizki, ixtirolarning aksariyati, zamonaning ilg'or sohasi – elektrotexnikaga oid bo'lgan.

Broun harakati

1827 yil iyun kunlarining birida Shotlandiyalik botanik Robert Broun, suv yuzasiga tushgan gul changi zarrachalarini mikroskop orqali tadqiq qilardi. U changlarning xuddi ko'rinmas pulemyotlar tomonidan o'qqa tutilganidek titrab zirrilab betartib harakatlanishar edi. Ko'rinmas o'qlar, gulchang zarralarini zigzagsimon traektoriyalar bo'ylab ko'chishga va harakatlanishga majbur qilishardi. Mikroskopi atiga uch karra kattalashtiriadigan bo'lgan olim Broun, xaotik harakatlanayotgan va tushgan zarrachalar bilan to'qnashib, ularga o'z harakat energiyasini berayotgan suv molekulalarini ko'ra olmadi. Xatto XX asr boshlarida ham ba'zi o'tkir zehnli olimlar ichida atomlarning mavjudligiga shubha qilguvchilar topilar edi. Eynshteynning 1905 yil may oyida tugallangan maqolasi, bu boradagi munozara olovini yanada alangalatib yubordi. Maqola «*Issiqlikning molekulyar-kinetik nazariyasi ilgari suradigan, suyuqlikda tinch holatda muallaq suzib yurgan zarrachalarning harakati haqida*» deb nomlanib, unda muallif, ko'rinmas molekulalarning issiqlik harakati tufayli sodir bo'lishi mumkin bo'lgan ko'rinuvchi effektlarning statistik tahlilini keltiradi. Maqola muqaddimasida u Robert Brounning kuzatishlari haqida yodga olib o'tadi va mazkur maqolaning xulosalari bilan Broun harakati orasidagi bog'liqlik haqida mulohaza yuritadi:



Suv yuzasidagi mayda zarrachalarning betarib harakatini ifodalovchi Jan Perren diagrammasi.

> «Ushbu ishda issiqlikning molekulyar-kinetik nazariyasiga binoan, suyuqlikka tushgan mikroskopik o'lchamlardagi zarrachalarning, molekulyar issiqlik harakati ta'siri natijasida qanday ko'lamdagi harakatni amalaga oshirishi va bu harakatni mikroskop ostida kuzatish mumkinligi haqida so'z yuritamiz. Ehtimloki, ko'rib o'tiladigan harakat va Broun molekulyar harakati o'zaro uyg'unlikka ega bo'lishi mumkin.»

Oradan uch yil o'tib, farang olimi Jan Perren, laboratoriya tadqiqotlari yordamida Eynshteyn taxminlarining haqiqat ekanligini tasdiqladi. O'zining «Atomlar» deb nomlangan kitobida esa u quyidagicha xulosa qilgan: «*O'ylaymanki, endi molekulyar gipotezalarga qarshi biron tayinli dalil keltirish qiyin bo'ladi*».

Bu esa, Albert Eynshteyn uchun, bir paytlar amakisi Yakob hamrohligida sho‘ng‘igan olami – kommutatorlar, cho‘lgamlar, dinamo-mashinalardan iborat ajoyib ijodiy atmosferaga qaytish imkoniyati edi. Keyinroq, oradan 34 yil o‘tib, endilikda vafot etib ketgan xaloskori Grossmanning bevasiga yozgan maktubida, uning marhum erining Albert Eynshteyn uchun qilgan xizmati, «o‘lib qolmasa ham, harholda, ruhan sinishdan qutqargan ulkan ish» bo‘lganligini tan olgan edi. Patent idorasigai faoliyat, olimga o‘z ishlarini tartibga keltirib olish va tadqiqotlarini davom ettirishga yetarli moddiy imkoniyatlar eshigini ochgan edi.

Va mana, 1905 yil keldi. Eynshteyn ilm-fan tarixidagi eng yorqin iz qoldirgan debyutlardan birini amalga oshirdi. Ilmiy jamoatchilikdan allaqachon bir chetga chiqib qolgan mutlaq marginal holda u, yuksak ilmiy zakovat bilan yog‘rilgan mufassallikka ega bo‘lgan beshta maqolasini birin-ketin e’lon qila boshladi. Bu maqolalarda Eynshteyn yorug‘likning kvant tabiati, Broun harakati, maxsus nisbiylik nazariyasi, hamda, massa va energiyaning o‘zaro ekvovalentlgi borasida bahs mulohazalar yuritar edi. Bu maqolalar ziyoli-zehnli olimlar hamda, turli xil ilmiy uyushmalarning korchalonlari nazariga tushgach, ular maqola so‘ngida beriladigan izohlaridan va bibliografik ko‘rsatkichlarda biron-bir nufuzli professorning ilmiy ishlariga murojaatlarni izlay boshladilar. Lekin ular istagan narsalarini topa olishmadi. O‘zining «Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» nomli eng asosiy maqolasida u faqat Isaak Nyuton, Maykl Faradey va Jeyms Klark Maksvelllarning ilmiy ishlariga murojaat qilib, shuningdek, maqola xotimasida o‘zining patent idorasidagi hamkasbi M. Bessoga nisbatan qarata «*So‘zim yakunida shuni alohida ta’kidlamoqchimanki, mening hamkasbim va do‘stim M. Besso, bu o‘rinda bayon qilingan masalalarni ishlab chiqishda menga yaqin ko‘makchi bo‘ldi va uning qator qimmatli maslahatlari uchun men undan behad minnatdorman*» deb minnatdorchilik izhor etib o‘tadi. Shunga binoan aytishimiz mumkinki, Eynshteyn o‘z zamonasining ilmiy jamoatchiligining o‘ziga nisbatan hech qanday burch yoki minnatdorchilik tuyg‘ularini tuymagan.

Nisbiylik nazariyasi xabarchilari

Falsafa, tarix, huquq kabilar imkonsiz qolgan o‘rinlarda va olamda sodir bo‘layotgan o‘zgarishlarga nisbatan turlicha xil nuqati nazarlarimizni mushtarak qila olmasligimiz singari kundan-kunga biz o‘zimiz ham yutqazib borayotgan jihatlarda, ilm-fan tantana qilib kelayotir. Fanning tantanasiga esa matematik hisoblashlar ham katta xissa bo‘lib qo‘shilgan. Albatta, ayrim narsalardan voz kechishga ham to‘g‘ri keldi: ilm-fan zamon va makon haqidagi avvalgi sodda tushunchalaridan yuz o‘girishga majbur bo‘ldi.

Nisbiylik tamoyili tomon birinchi qadamni Galileo Galiley qo‘ygan edi. «Olamning ikki asosiy tizimlari haqida suhbatlar» asarining «Ikkinchi kuni»da u mutolaachilarga ajoyib bir tajriba taklif qiladi:

«Biror bir kemaning palubasi ostida, biror do‘stingiz bilan yolg‘iz qoling. Shuningdek, pashshalar, kapalaklar va shu kabi qanotli, mayda hashoratlarni to‘plab oling. Yana o‘zingiz bilan, kattaroq bir suv idishda mayda baliqchalar ham olib oling. Tepaga paqirda suv ilib qo‘yingda undan pastga qo‘yilgan og‘zi tor biror idishga suv tomib qo‘yadigan qilib qo‘ying. Kema harakatsiz turgan vaqta, mayda, qonotli hashoratlarning xonaning u yog‘idan bu yog‘iga bir maromdagi tezlik bilan, uchayotganini kuzating; baliqchalar ham, idishda turli tomonlarga bexavotir suzib yurgan bo‘ladi; paqirdan pastdagi idishga tomib turgan suv ham to‘ppa to‘g‘ri idish og‘ziga kelib tushaveradi; siz ham, turli tomonlarga bir xil masofaga biror narsani uloqtirmoqchi bo‘lsangiz, uni bir tarafga uloqtirishda boshqa tarafga uloqtigandan ko‘ra kattaroq kuch sarflashga to‘g‘ri kelmaydi; va siz ikki oyoqlab sakrasangiz, istalgan yo‘nalishda bir xil masofaga sakraysiz

Kema qo‘zg‘almay turganda bu narsalarning barchasi aynan shunday sodir bo‘lishi haqida bizda biror shubha paydo bo‘lmayotgan bo‘lsa hamki, bu kuzatuvni qunt va hafsala bilan davom ettirish kerak. Endi kema istalgan yo‘nalish tomon harakat boshlasa, (va albatta bunda harakat bir maromda bo‘lishi va hech qaysi tarafga chayqalmayotgan bo‘lsa) siz yuqorida aytilgan harakatlarning hech birida qilcha ham o‘zgarishlar sodir bo‘lmaydi. Ularning hech biri orqali kemaning harakatlanyaptimi-yo‘qmi aniqlay olmaysiz».

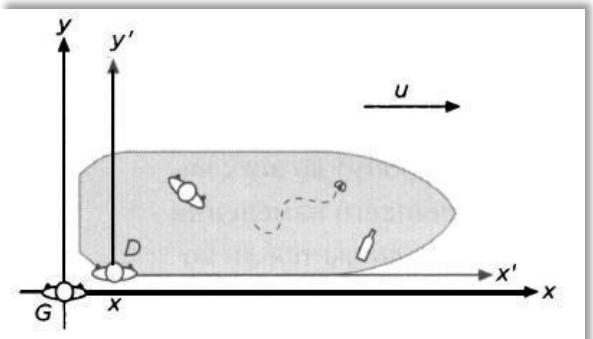
«Bir maromda» deganda Galileo Galiley, kemaning o‘zgarmas tezlik bilan harakatlanishini nazarda tutgan. Bu tajribaning muddaosiga ko‘ra, pashshalarning uchish traektoriyasi, tomchilarning tushishi va baliqchalarning harakatiga ko‘ra, kemaning harakatlanayotganligini yoki, tinch turganini aniqlash maqsad qilingan. Lekin, bunda harakat belgilari ko‘zga tashlanmaydi. Paluba ostida biz tashqi belgilarga murojaat etmasdan turib, kemaning doimiy tezlik bilan harakatlanyaptimi yoki, joyida harakatsiz turibdimi – buni aniqlay olmaymiz. Amerika tog‘chalari attraksionida esa, eng yaxshi detektor sifatida qorindagi sezgilar xizmat qiladi. lekin bu szegilar faqat tezlanishga nisbatan o‘zini namoyon qiladi.

Ko‘zlarimizga ishonishni to‘xtatib, matematikaga murojaat qilamiz.

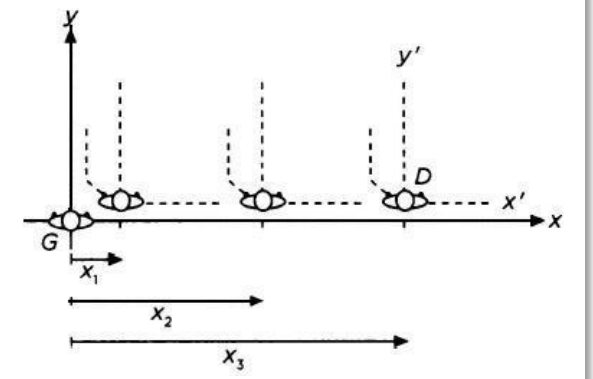
Agar galiley kemasiga qaytsak, uning tajribasini boshqacharoq usulda bayon etish mumkin. biz ikkita nuqati nazar, yoki, fiziklar tili bilan aytganda ikkita **sanoq tizimlari** tanlab olamiz. Hozir so‘z mavhum tushunchalar haqida bormoqda. Agar ma’qul kelsa, sanoq tizimi sifatida odamlarni (garchi inson sezgilari ishonchli bo‘lmasa ham), yoki bir yoki bir necha fizik kattaliklarni qayd qilib bora oladigan apparatlarni tasavvur qilishimiz mumkin. qulaylik uchun bu tizimlarni *G* va *D* harflari bilan belgilaymiz. Sanoq tizimlaridan biri qo‘zg‘almas yoki, ikkinchisiga nisbatan o‘zgarmas tezlik bilan harakat qilmoqda. Bu sanoq tizimi *inersial sanoq tizimi* deya nomlanadi.

Sanoq tizimlaridan birini biz prichalga (qirg‘oqqa) o‘rnatamiz va u qo‘zg‘almas bo‘ladi. biz uni «Galiley» (*G*) deb nomlaymiz va barcha masofalarni u joylashgan nuqtadan boshlab o‘lchaymiz. Uning ro‘parasida va o‘ng tarafida

musbat qiymatlar, ortida va chap tarafida esa manfiy qiymatlar joylashadi. «Galiley» sanoq tizimi yordamida biz, istalgan elementning makondagi joylashuv o‘rnining koordinatalarini aniqlay olamiz (1-rasm).



1-rasm



2-rasm

Bu bo‘lishi mumkin bo‘lgan nuqati nazarlarning yagonasi emas. Bizning tajribamizdagi ikkinchi sanoq tizimi kema tryumida sayohatga chiqadi va u Galileyning tajribasida ishtirok etishga rozi bo‘lgan shogirdlaridan biri, Piza universiteti talabasi Dominikka muvofiq bo‘ladi. U tryumning pastki chap burchagida joylashadi (rasmga qarang) va bu nuqtada biz nolinchi sanoq boshini (*D* tarzida) belgilaymiz.

Faraz qilamizki, kema qirg‘oq yoqalab, ***u*** doimiy tezlik bilan harakatlanmoqda.

Biz uchun Galiley Dominikni ko‘rib turishi, lekin shogirdning o‘zi bort tashqarisida bo‘layotgan ishlardan bexabar bo‘lishi kerak. Shu sababli ham, shunday tasavvur qilamizki. Tryumda bir necha illyuminatorlar o‘rnatilgan bo‘lib, ular orqali tashqi kuzatuvchi ichkarida nima sodir bo‘layotganini kuzatib borishi mumkin; lekin Dominik illyuminatorlarga orqa o‘girgan holatda turibdi. Galiley kemaning harakati bo‘ylab, Dominikning makondagi vaziyati o‘zgarayotganini ko‘radi (2-rasm).

Tajriba avvalida uning ishtirokchilarining soatlari, vaqt bo‘yicha o‘lchovlarni amalga oshirish uchun o‘zaro muvofiqlashtirilgan.

Agar Galiley masofani chamalashdan charchasa, o‘z shogirdining egallagan vaziyatini istalgan vaqt momentida hisoblab topa oladi. buning uchun unga kemaning tezligi (*u*) va u harakatlangan vaqti (*t*) larni o‘zaro ko‘paytirsa kifoya. Agar masofani *x* bilan belgilasak, Dominik bosib o‘tgan yo‘l

$$x = u \cdot t$$

bo‘ladi.

Tryumda pashshalar bilan birga qamalib o‘tirgan Dominik, ustozidan olislashayotganligini bilmaydi. Uning o‘zi uchun o‘zining vaziyati o‘zgarmagan, ya'ni: x′=0.

Yaqin orada uchib o‘tayotgan pashshani ko‘rib, Dominik uning (*x′m;y′m*) koordinatalarini aniqlay oladi.

Illyuminatorlardan biri orqali Galley ham hashoratning uchish balandligini ko‘rib turadi va uning koordinatlarini, Dominikning *y'm* koordinatlari bilan o‘zaro mos keluvchi *ym* koordanat orqali belgilaydi. Biroq, pashshaning gorizontal vaziyatining ustoz va shogird tomonidan olingan koordinatalari o‘zaro farqlanadi: *x'm* va *xm* o‘zaro mos kelmaydi. Pashshaning tryum bo‘ylab harakatiga, Galiley kemaning tezligi ***u*** ni ham qoshib qo‘yadi.

Biz shu o‘rinda to‘xtab, ustoz va shogirdning kuzatuvlarini o‘zaro bog‘lovchi biror-bir uslub bormi? – deb so‘rashimiz mumkin. Galiley almashtirishlari deb nomlanadigan quyidagi tenglamalar biz uchun yuqoridagi savolga ijobiy javob beradi:

$$\begin{aligned} x &= x' + u \cdot t' \\ y &= y' \\ t &= t' \end{aligned} \qquad [1]$$

Bu tenglamalar yordamida Galiley, Dominik tomonidan berilgan har qanday raqamlarni, u hoh pashshaning uchish traektoriyasi, yoki, boshqa bir obyektning harakat koordinatlari bo‘lsin, o‘z sanoq tizimiga o‘girib ola oladi.

Shogirdda ham, Galileyning kuzatuvlari natijalarini o‘zining sanoq tizimiga o‘girish uslubi bor:

$$\begin{aligned} x' &= x - u \cdot t \\ y' &= y \\ t' &= t \end{aligned} \qquad [2]$$

Usullar orasidagi farq shundaki, Dominik kema bosib o‘tgan gorizontal yo‘l masofasini qo‘shishi emas, balki, ayrib tashlashi kerak. Agar tryumda joylashib olgan shogird Dominikka Galileygacha bo‘lgan masofani doimiy yetkazib turilsa, u o‘z ustozining o‘zidan doimiy tezlik ***u*** bilan uzoqlashib borayotganligi haqida xulosaga keladi. Lekin u orqa o‘girib illyuminatorga qarasa, Galiley qirg‘oqda qo‘zg‘almay turganini va aksincha, uning o‘zi harakatlanayotganligini fahmlaydi. O‘z navbatida bu xulosa ham o‘rinsiz bo‘ladi chunki, Galileyni mutlaqo harakatsiz deb bo‘lmaydi: u Quyosh atrofida soatiga 30 km tezlik bilan aylanib harakatlanayotgan va o‘zi o‘qi atrofida 1500 $\frac{km}{soat}$ dan ortiqroq tezlik bilan aylanayotgan sayyoraning sirtida turibdi. Demak, tinch (qo‘zg‘almas) holatda turgan obyekt Quyosh bo‘lar ekanda? Bu ham bo‘lmagan gap. Quyosh – Somon Yo‘li markazi atrofida aylanadigan yulduz. Bizning galaktikamizchi?.. Shu tarzda tarektoriyalar kalavasini yechib borish orqali, bir tizimdan ikkinchisiga cheksiz ravishda sakrab o‘tib borish mumkin.

Agar avtomobilning bosib o‘tgan yo‘lini hosblamoqchi bo‘lsak, unda bizga mashinaning o‘z tezligidan tashqari, Yerning, Quyoshning va Somon Yo‘lining tezligini ham e’tiborga olishimiz zarur bo‘lardi. Buning uchun esa biz bus-butun sahifalarni bekorchi hisob-kitoblar bilan to‘ldirib chiqqan bo‘lardik. Shu sababli, bu borada amaliy jihatdan eng qulay yechim, avvaliga muayyan sanoq tizimini tanlab

olib, keyin esa, harakatni mazkur sanoq tizimiga *nisbatan* aniqlash maqsadga muvofiqdir. Geliosentrizm va geosentrizm borasidagi bahslar, amalda nima aslida nimaning atrofida aylanishi, ya'ni, Yer Quyoshning atrofidami, yoki Quyosh Yerning atrofidami – bu haqida emas. Bu nuqatai nazarlarning har ikkisi ham, amalda mavjud bo‘lish uchun teng huquqqa ega va ulardan birini ikkinchisidan afzal bilish noo‘rindir. Vaholanki, harakat traektoriyasining soddaligiga ko‘ra, geliosentrik (Yerning Quyosh atrofida aylanishi) harakat shubhasiz ustunroq ko‘rinadi. Yer Quyosh atrofida aylanib, ellipslar chizadi. Quyosh esa galaktikamiz markazi atrofida aylanish yo‘nalishida murakkab spirallar chizadi. Pashshalar, yo‘ldoshlar va kemalar, vaqt o‘tishi bilan bizning egallagan o‘rnimizga nisbatan o‘z vaziyatini o‘zgartiradi va obyektlarning bunday raqsi turlicha bo‘lishi mumkin. Lekin bu manzaralarning barchasi to‘g‘ri va hech bir ichki ziddiyatlarsiz boshqasi bilan o‘zaro bog‘liqlikka ega bo‘lishi mumkin.

Galiley taklif qilgan, kema tryumida bajariladigan tajriba tezlanishni nazarda tutadi. Tomayotgan tomchilar, uchayotgan hashoratlar va sakrayotgan odamlar, dinamika qonunlarining muqobil ifodasini ixtiro etgan olim – Nyuton formulalariga binoan harakatlanishadi. Uning tenglamalari tezlanishni, ya'ni, tezlikning o‘zgarishini ham nazarda tutadi; bu hisoblashlar esa kemaning doimiy tezligiga nisbatan so‘qirdir (ya'ni, tezlikning doimiyligini inobatga olmaydi – *tarjimon izohi*).

So‘qir qonun.

Agar harakat faqat bir yo‘nalishda sodir bo‘lsa, biz Nyutonning ikkinchi qonunidan foydalanishimiz mumkin:

$F = \frac{d(m \cdot v)}{dt}$, agar m – o‘zgarmas (konstanta) bo‘lsa, unda: $F = m \cdot \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = m \cdot a$

Har ikkala sanoq tizimlari uchun formula bir xil ko‘rinish kasb etadi:

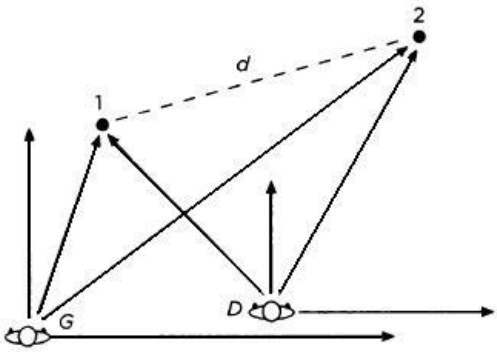
G tizimi uchun: $F = m \cdot \frac{d^2x}{dt^2}$

Agar, kema tryumiga biriktirilgan sanoq tizimi uchun Galiley tenglamalari orqali almashtirishlarni bajarsak, unda, baliqchalar va pshshalarning harakat tezligining o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi kuchning qirg‘oqdan turib o‘lchangan istalgan qiymati quyidagi tarzda ifodalanadi:

$$F = m \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot \frac{d^2(x' + u \cdot t')}{dt'^2} = m \cdot \frac{d^2x'}{dt'^2} + m \cdot \frac{d^2(u \cdot t')}{dt'^2} =$$
$$= m \cdot \frac{d^2x'}{dt'^2} + m \cdot u \cdot \frac{d^2(t')}{dt'^2} = m \cdot \frac{d^2x'}{dt'^2} = F'.$$

Ko‘rib turganimizdek, Galiley ham Dominik ham, o‘z vaziyatidan kelib chiqib, aynan bitta formulani qo‘llamoqda. Shu tarzda, Galileyning almashtirishlari dinamika tenglamalariga taaluqli emas.

Unda harakatlanayotgan kim o‘zi? Galileymi yoki Dominikmi? Nyuton tenglamalari sanoq tizimiga bog‘liq emas, Galileyning nisbiylik tamoyili aynan shundadir. Mexanik tajribalar biz uchun, tinch holatda turibmizmi yoki, o‘zgarmas tezlik bilan harakatlanayapmizmi? degan savollarga javob bera olmaydi. Mumtoz dinamika faqat nisbiy harakatni baholash imkonini beradi, lekin mutlaq harakatni emas.



***G* va *D* kuzatuvchilarning har biri 1 va 2 nuqtalardan bir xil masofada joylashganiga qaramasdan, mazkur ikki (1 va 2) nuqtalar orasidagi masofa *d* har ikkala kuzatuvchi uchun bir xilda bo‘ladi.**

Nyuton tojini bezab turgan qimmatbaho toshlardan yana biri bo‘lmish butun olam tortishish qonuni ham jismlar orasidagi masofadan, ya'ni, inersial sanoq tizimlari orasidagi koordinatalarning o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lmagan yana bir nisbiy kattalikka bog‘liqdir.

Nisbiylik nazariyasi elektrlashadi

XIX asr ilm-fani elektr sohasi va’da qilayotgan porloq istiqbol umididan g‘oyat masrur bo‘lib, lekin tez orada nazariyot sohasidagi o‘ng‘aysizliklar sababli turli boshog‘riqlarga giriftor bo‘lib qoldi (ulardan ayrimlarini avvalgi bobda ko‘rib o‘tgan edik). Tezlikka nisbatan bog‘liqlik namoyon etayotgan elektromagnit o‘zaro ta’sir hodisalari, shu choqqacha oddiy ko‘rinib kelgan markaziy va oniy kuchlar sxemalarini murakkablashtirib va ta’sir hamda aks ta’sir haqidagi Nyuton qonunini barbod qilibgina qolmasdan, balki ikki yuz yilcha muqaddam Galiley tomonidan ilgari surilgan nisbiylik tamoyilining nufuzini ham katta shubha ostiga qo‘ymoqda edi.

Maksvell qonunlari Nyuton qonunlariga o‘xshamasdi: Galiley almashtirishlarida ular o‘zgarib ketardi. Istalgan sanoq tizimida, kuchni massa va tezlanishning o‘zaro ko‘paytmasi tarzida ifodalash mumkin va bunda koordinatalarning o‘zgarganligi tufayli yangi tushunchalar kiritishga hojat bo‘lmaydi. Lekin, Maksvell tenglamalari, ta’bir joiz bo‘lsa, doktor Jekil va mister Xaydning o‘zaro almashinishi[1] bilan taqqosalasa bo‘ladigan darajada almashinishlarga uchramoqda edi. Qo‘zg‘almas sanoq tizimida ular lo‘nda va jozibador ko‘rinardi, lekin, [2] formula yordamida harakatdagi sanoq tizimiga,

[1] Bu o‘rinda muallif, Shotlandiyalik yozuvchi Robert Stivensonning bitta odam tanasida, bir-biriga mutlaqo o‘xshamaydigan ikkita shahs namoyon bo‘lishi haqida hikoya qiluvchi «Doktor Jekil va mister Xaydning jumboqli tarixi» nomli hikoyasiga ishorat qilmoqda – *tarjimon izohi*.

masalan, Dominik joylashgan kemaga o‘girilgani hamonoq, boshlang‘ich tenglamani anchayin murakkablashtiruvchi turli xil yangi elementlar paydo bo‘ladi. bu elementlar esa, haligacha biror inson ko‘rmagan fizik hodisalarga muvofiq keladi. Masalan, magnit atrofidagi magnit chiziqlari tinch holatda uzluksiz bo‘ladi, lekin harakat boshlanishi bilan ular uzuq-yuluq ko‘rinish oladi. Ma’lum bo‘lishicha, Maksvell tenglamalari doimiy tezlikka nisbatan so‘qir emas ekan va ular bir maromdagi harakatni ilg‘ashga imkon berarkan.

Shunisi qiziqki, Maksvell o‘zining serjilo formulalarini Yer sirtida sodir bo‘luvchi hodisalarga asoslanib keltirib chiqargan va bu sanoq tizimi harakatdagi tizim ekanligini hech kim inkor eta olmaydi. Boshqa sanoq tizimlari bilan taqqoslaganda Yer sayyorasi ma’lum afzalliklarga ega bo‘lishi mumkinmi? Bu savol fiziklarni geosentrik jar yoqasiga keltirib qo‘ygan edi. Nahotki eski aqidalar rost bo‘lib, osmon yoritkichlari bizning sayyoramiz atrofida aylansa-ya?! Haqiqatan ham, Maksvell tenglamalrining bor jozibasi va lo‘ndaligi faqat Yer sirtida o‘z maftunkorligini namoyon qilib, boshqa hech qanday harakatdagi sanoq tizimida tundlashib qolarmikin?

Maksvell tenglamalari har ikkala, *G* va *D* sanoq tizimlari uchun teng kuchli ekanidan, elektromagnit tajribalari ham, kemaning doimiy tezlik bilan harakatlanyaptimi, yoki, qo‘zg‘almas (tinch) holatda qirg‘oqda turibdimi – buni aniqlab olish uchun yaramaydi.

Bunday nomuvofiqlikka yechim topish uchun, har qancha mantiqiyligiga qaramasdan, Galiley formulalariga tuzatishlar kiritishga to‘g‘ri keldi. 1904 yili Niderlandiyalik olim Xendrik Lorents (1853-1928) sanoq tizimlarining birining doimiy tezligiga ko‘ra o‘zaro farq qiladigan sharoitlar uchun koordinatalarni bir tizimdan boshqasiga o‘girish imkonini beruvchi yangi tenglamalar to‘plamini taklif etdi. Ilmiy jamoatchilik ushbu e’tiborga molik voqeani, mazkur tenglamalarga ularning kashfiyotchisining nomini berish bilan nishonladi. Shu tarzda Lorents almashtirishlari paydo bo‘ldi. Ularning eng asosiy yaxshi tomoni, mazkur almashtirishlarning Maksvell tenglamalariga nisbatan tadbiq qilinganida, ularning bor jozibasi va lo‘ndaligiga hech qanday putur yetmas edi. Yorug‘lik tezligidan ancha past bo‘lgan tezliklarda esa, ushbu almashtirishlar Galiley almashtirishlari ko‘rinishini olardi. Biz insonlar harakatlanadigan va ko‘nikib qolgan odatiy tezliklarimizning yorug‘lik tezligiga nisbatan nihoyatda kam ekani boisidan olib qarasak, nima sababdan inson bolasining aql-zakosi birvarakayiga Lorents almashtirishlarini kashf eta qolmaganini, hamda deyarli ikki asr davomida Galileyning taxminiy hisoblari bilan qanoatlanib yurganini tushunish mumkin bo‘ladi. Shunda ham, kiritlgan tuzatishlar shunchalik kichik bo‘lganki, ular laboratoriyada emas, balki nazariy mulohazalar yordamida aniqlangan edi.

Lorents kashfiyoti fiziklarni endigina o‘zaro kelishtirib, murosaga keltirgan paytda, uning nojo‘ya effektlari yana yangi bezovtaliklarni yuzaga chiqardi.

Lorents almashtirishlari

Ular quyidagicha ko‘rinishga ega:

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \cdot (x - u \cdot t)$$

$$y' = y$$

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \cdot (t - \frac{u}{c^2} \cdot x)$$

$$x = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \cdot (x' + u \cdot t')$$

$$y' = y$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} \cdot (t' + \frac{u}{c^2} \cdot x')$$

t′ ni ***t*** va ***x*** bilan bog‘lovchi formulaga diqqat bilan qaralsa, g‘alati bir holatni sezish mumkin. qo‘zg‘almas holatdagi sanoq tizimi (***t***) uchun muayyan vaqt momentiga, makonning biz turgan nuqtasi ***x*** ga bog‘liq ravishda ko‘plab ***t′*** ning ko‘plab turli xil qiymatlari mos kelmoqda. Qirg‘oqning ikkita boshqa-boshqa nuqtalarida aynan bir vaqta sodir bo‘ladigan hodisalar, agar kema tryumidan turib kuzatilsa, vaqt bo‘yicha turlicha tarqaladi. Bundan tashqari, ma’lum bo‘lishicha, yorug‘lik tezligidan past tezliklarda ($\frac{u^2}{c^2}$ va $\frac{u}{c^2}$ amalda nolga teng bo‘ladigan hollarda) tenglamalar Galiley almashtirishlariga olib boradi. Endi tuzatish miqyosini tasavvur qilishga urinib ko‘ramiz. $\frac{u^2}{c^2}$ ning qiymatini, qadam tashlab ketayotgan odam harakati uchun (u taxminan 5 $\frac{km}{soat}$ tezlik bilan harakatlanadi) hamda, otilgan o‘qning uchishi uchun (uning tezligi taxminan 1000 $\frac{m}{soniya}$ bo‘ladi) hisoblab ko‘ramiz. Natijada, mos ravishda $2.1 \cdot 10^{-17}$ va $1.1 \cdot 10^{-11}$ qiymatlarga ega bo‘lamiz. Almashtirishlar fizik mutaxassislarning ko‘zlari uchun bajarilgan va o‘zgaruvchilar orasida muayyan simmetriya mavjud. Agar ***x′*** va ***x*** o‘zaro bog‘liq bo‘lsa, unda ***t*** hamda ***t′*** ham ularga bog‘liq bo‘ladi. Galileyning holatida ***t′*** vaqt makonning ***x′*** nuqtasiga bog‘liq bo‘lmagan. Bu almashtirishlar matematiklarda deja-vyu hissiyotlarini uyg‘otib yubordi: u obyektlarning makonda aylanish harakatini ifodalovchi tenglamalarni eslatar edi. O‘xshashlik shunga olib keldiki, natijada, Lorents almashtirishlarining to‘rt o‘lchamli makondagi obyektlarning aylanishiga muvofiq keladigan ko‘rinishini ifodalovchi zamon va makon kontinuumi konstruksiyalandi.

Lorents almashtirishlariga ko‘ra, qo‘zg‘almas holatdagi sanoq tizimidagi vaqtning ma’lum momentiga, harakatdagi sanoq tizimining cheksiz sondagi qiymatlari to‘g‘ri kelardi. Cheksizlik aynan o‘z asl ma’nosida: makonning har bir nuqtasiga bittadan. Shu tarzda, qirg‘oqdagi ikkita alohida olingan nuqatdan aynan bir vaqtda sodir bo‘lgandek ko‘rinadigan ikki xil hodisa, kema tryumida joylashgan kuzatuvchi uchun ayna bir vaqtda sodir bo‘lgan bo‘lmaydi. Agar tenglamalar bilan biroz ish olib borilsa, unda ular ifodalab berayotgan olamdagi jismlar harakat vaqtida siqilar ekan va harakatdagi tizimlar uchun vaqt sekinroq o‘tar ekan. Olimlar uchun bu kabi mavhumliklarni qabul qilish uchun nihoyatda asosli va salmoqli sabablar mavjud bo‘lishi kerak edi va ular buni qo‘yib, avvalgi tushunchalarni zo‘r berib himoya qila boshladilar. Qo‘l siltab taslim bo‘lishdan avval, ilm-fan elektromagnetizmni nisbatan odatiy andozalarga solish uchun barcha kuch-g‘ayratini safarbar etib ko‘rdi.

Efir shamollari

Maksvell va Gersning ishlari paydo bo‘lishidan avval, olimlar to‘lqin shaklida mavjud bo‘luvchi hodisalar biron-bir muhitga tayanib tarqalsa kerak degan fikr mavjud edi. Masalan, tovush havo orqali yoki suvdan uzatiladi. Sog‘lom fikr (ba’zan xavfli) bu tamoyilning universial ekanligi haqida pichirlab nido berardi. Maksvell tenglamalari yorug‘likning to‘lqin tabiati haqida xabar berardi va shunga muvofiq, yorug‘likning tayanib tarqaladigan qandaydir muhiti, ya'ni, qandaydir efir muhiti mavjudligi haqida farzalar paydo bo‘la boshladi.

Qadimgi yunon faylasuflaridan farqli o‘laroq, fiziklar efirning xossalari haqida bahs boylashib vaqt o‘tkazib o‘tirishmadi, aksincha, o‘z tajribaxona laboratoriyalarida qamalib olib, yangicha moddani (ya'ni efirni) qidira boshladilar. Biroq, eng yuksak did bilan qilingan tajribalarning aqalli birortasidan ham, Yer sayyorasi sayohat qiladigan ko‘rinmas muhitning mavjudligini tasdiqlab bera olmadi. Efir o‘zini xuddi detektiv asardagi qotil kabi tutardi: u jinoyat sodir etarkan (yorug‘likni tashib) o‘zidan hech qanday iz qoldirmasdan yashirinar edi. Shubhasiz efir yupqa modda bo‘lishi kerak edi, lekin qator tajribalardan so‘ng uning nihoyatda efemer (muvaqqat) ekanligi borasida fikrlar paydo bo‘ldi. Umidsizlikka tushgan ayrim olimlar tomonidan esa, hattoki tabiat o‘z tadqiqotchilari bilan bekinmachoq o‘ynayotganligi haqidagi xitoblar ham yangrab qoldi.

Shubha-gumonlarga liq to‘la ushbu vaziyatda, sodir bo‘layotgan narsalarga nisbatan juda turli-tuman taxminlar, shu jumladan, haqiqatga ancha yaqin bo‘lgan tushuntirishlar ham yuzaga chiqdi. Aksariyat savollarga javoblarni Maksvell

tenglamalari o‘zida pinhon tutib turardi va qanday qidirishni bilgan odam, bu pinhonalikni oshkoralikka aylantirishi mumkin edi. Eynshteyn voqea joyiga yetib

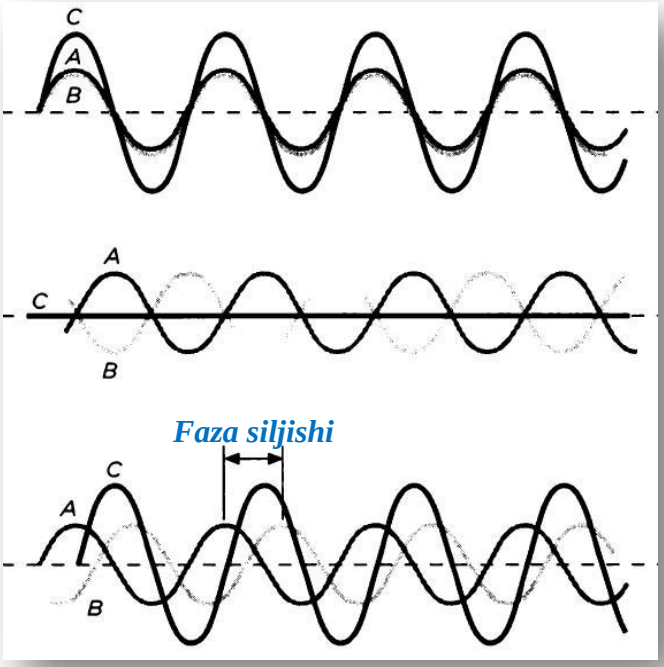
Maykelson – Morli tajribasi

1887 yilda Albert Maykelson va Edvard Morli, efirning Yer harakatiga ko‘rsatadigan ta’sirini o‘lchashga urinib ko‘rishdi. Ular mazkur ta’sirni, motosiklchining tinch holatdagi havo massasi orasidan katta tezlik bilan o‘tayotganda his qiladigan shamol singari tasavvur qilishgan.

Tajribani to‘rtta fazaga ajratish mumkin:

1. Yorug‘lik nuri dastasi shunday qismlarga ajratiladiki, alohida-alohida ayrim nurlar bir-biriga nisbatan o‘zaro perpendikulyar bo‘ladi. Buning uchun bir tarafiga kumush bilan ishlov berilgan shisha plastinadan foydalaniladi. Shishaning kumush bilan ishlov berilgan tarafi o‘ziga kelib tushayotgan yorug‘lik nurini qisman o‘tkazadi va qisman akslantiradi. Hosil bo‘lgan kogerent (hosila) nurlar bir xil masofaga tarqaladi.
2. Kumushlangan shisha plastinadan teng masofalarda, undan kelayotgan nurlarni akslantiradigan ikkita ko‘zgu joylashtiriladi.
3. Nurlardan birining yo‘nalishi, Yerning harakat yo‘nalishi bilan muvofiq keladi. Agar sayyora harakatlanayotgan yo‘nalishda efir mavjud bo‘lsa, unda uning borligi, nurlarning sinxronligini buzib yuborishi kerak.
4. Qachonki ikkita ***A*** va ***B*** to‘lqinlar ustma-ust muvofiq tushganida, interferensiya hodisasi kuzatiladi. Agar to‘lqinlar to‘liq sinxron bo‘lsa, ularning fazalari o‘zaro muvofiq keladi va bir-birini kuchaytiradi hamda uchinchi bir to‘lqinning paydo bo‘lishiga olib keladi (1-rasm).

Agar to‘lqinlardan birining cho‘qqisi ikkinchisining botiqligi bilan ustma-ust tushsa, ular bir-birini o‘zaro yo‘q qiladi (2-rasm). Biroq, odatda ikkita to‘lqinni o‘zaro ustma-ust tushishidan uchinchi bir to‘lqin paydo bo‘ladi va natijada ular o‘zaro mos ham kelmaydi va yo‘q bo‘lib ham ketmaydi (3-rasm). Ikkita nur bilan bajarilgan tajribada aynan mana shu uchinchi nur kutilgan edi, chunki, Yerning harakat yo‘nalishida tarqalayotgan nur efirning qarshiligiga uchrashi va kumushlangan shisha plastinaga qaytib, boshqa nurdan faza bo‘yicha ortda qolishi lozim edi. Lekin amalda har ikkala nurlar ideal sinxronlikni saqlab qolishi. Xuddiki yorug‘lik Yerning harakatini umuman nazar-pisand qilmayotgandek edi. Yana shunis qiziqki, Maykelson-Morli tajribasi haqida hech qanday axborotga ega bo‘lmgan Eynshteyn, ustozi Veberga bitiruv malakaviy ishi uchun shunga o‘xshash tajribani o‘tkazish taklifi bilan chiqqan. Lekin bu narsa professorga ma’qul kelmagan edi.



1-rasm

2-rasm

3-rasm

kelganida Lorents va Puankare jumboqning yetishmayotgan elementlarini yig‘ib qo‘yib bo‘lishgan edi. Lorents, Maksvell formulalarini o‘zgartirmasdan ham, bir sanoq tizimidan boshqasiga o‘tish imkonini beradigan almashtirish formulalarini keltirib chiqardi. U shuningdek mazkur formulalaridan kelib chiqadigan dalillar orqali, masalan, jismlarning makonda siqilishi singari muhim xulosalarni bayon qildi. Puankare esa golland fizigining ilmiy faoliyatini sinchkovlik bilan kuzatib borar va u bilan to‘xtovsiz yozishmalar yuritardi. 1898 yildan 1905 yilgacha bo‘lgan oraliqda u yorug‘lik tezliginiong doimiy ekanligiga asoslangan holda, nisbiylik tamoyilini mustaqil ravishda keltirib chiqardi ayni bir vaqtlilik g‘oyalarini katta so‘roq ostiga keltrib qo‘ydi. Lekin mubolag‘aviy efir tushunchasi bilan birgalikda, amalda mavjud ilmiy an’analardan iborat tumanlik pardasi, ularning har ikkisining ham anchayin o‘tkir ilmiy nigohlarini haqiqat nurlaridan to‘sib qo‘ydi. Bu xuddiki, jinoyatga taalulqi barcha dalil-isbotlar allaqachon topilgan bo‘lsa ham, lekin jinoyatchi shahsning kibor oqsuyaklardan ekanligi mirshabning ishonmasligiga asos bo‘layotgani singari edi.

Eynshteyn esa bu vaziyatda, turli xil mutaasibliklardan va rasmiy majburiyatlardan holi bo‘lgan xususiy izquvar o‘laroq maydonga chiqdi. Paunkare uning ustunlik jihatlarini e’tirof etib o‘tgan edi: «*Men ayniqsa uning yangicha tushunchalarni qanday osonlik bilan qabul qilayotganligiga qoyil qolardim. U eskicha udumlarga o‘ralashib qolmagan*». O‘z navbatida Eynshteyn ham «*Agar nisbiylik nazariyasining yuzaga chiqish o‘tmishiga nazar tashlaydigan bo‘lsak, shubhasiz 1905 yilda uning kashf qilinishga tayyor holda bo‘lganligini ko‘rishimiz mumkin*» deb aytib o‘tgan edi. Olim, Maksvell tenglamalari shunchaki bir sanoq tizimidan boshqasiga o‘tish masalasida o‘zining qoyilmaqom go‘zalligidan masuvo bo‘lishi mumkinligini hazm qila olmas edi va u, elektromagnit hodislar borasidagi yagona muhim omil – harakatning nisbiyligi ekanligiga ishonchi komil bo‘lgan. Uning «Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» deb nomlangan maqolasi quyidagi so‘zlar bilan boshlanadi:

> «*Ma’lumki, Maksvell elektrodinamikasi o‘zining zamonaviy ko‘rinishida harakatlanuvchi jismlarga nisbatan, aftidan hodisalarning o‘zi uchun xos bo‘lmaga narsa – asimmetriayning tadbiq etilishini taqozo etadi. Masalan, magnit hamda elektr toki o‘tkazayotgan o‘tkazgich orasidagi elektromagnit o‘zaro ta’sirni yodga olamiz. Kuzatilayotgan harakatlar faqat magnitning yoki, o‘tkazgichning harakatiga nisbatan bog‘liq bo‘ladi. Vaholanki, eskicha tasavvurlarga ko‘ra, bu ikki jismlardan biri, yoki, ikkinchisining harakatlanyotganligini bildiruvchi ikkala holatlar o‘zaro bir-biridan qat’iy faqrlanib turishi kerak deb hisoblanadi*».

Elektromagnetizm fenomeni borasidagi Eynshteynning maslaklari, olimning hali bolalik chog‘larida, oliaviy fabrikada o‘ynab yurgan vaqtlarida o‘zlashtirgani

va endilikda juda chuqur va deyarli instinktiv ravishda his qilish darajasiga borib yetganligiga qaramay, olim Lorents almashtirishlarining xulosalari faqatgina elektrodinamika andozalari uchungina muhim emas ekanligini ham juda tez anglab yetdi. Bor kuchi bilan «Tabiatning afsuni» ig‘vosini ilgari surayotgan kimsalarni ham Eynshteyn umuman qo‘llab quvvatlamadi. U nisbatan jur’atliroq shahs bo‘lib, bu borada ham, xuddi termodinamika qonunlari singari butun fizikani asoslab bera oladigan yaxlit va yagona paradigmani qidirar edi. Ehtimolki, Yevklidning «Boshlang‘ichlar» asaridan ilhom olgan holda, Eynshteyn ham nisbiylik nazariyasi borasidagi o‘zining qator postulatlarni shakllantirishga intilgan va keyinchalik deduksiya vositasida ulardan mantiqiy xulosalar chiqarishga umid bog‘lagan. Anchayin katta hajmga ega bo‘lgan «Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» maqolasida jur’at bilan bayon etilgan kuzatuvlar, faqat ikki bandga asoslangan edi:

- **Harakat bir tekis bo‘lgan har qanday inersial sanoq tizimlarida, fizika qonunlarining barchasi bir xil ko‘rinishda bo‘ladi;**
- **Yorug‘likning vakuumdagi tezligi barcha inersial sanoq tizimlari uchun bir xildir. U manbaning tezligiga ham, yorug‘likning signalini qabul qilgichning tezligiga ham bog‘lioq emas**

Shu tarzdagi ikkta yadroga ega maqola, ilm-fanga nisbatan aynan shunday yondoshuv asosida butun boshli bir olamni ochib bergan bo‘lib, maqolani o‘qigan aksariyat mutolaachilarni shoshirib qo‘ygan edi. Keyinchalik «*Eynshteynning mulohaza uslubu men uchun haqiqiy kutilmagan yangilik bo‘lgan edi* – deb e’tirof etgan edi kvant mexanikasining asoschilaridan bir bo‘lmish Maks Born, - *u menga istalgan boshqa biror ilmiy malakaviy tajribadan ham kuchliroq ta’sir ko‘rsatgan*». Masalan, nuqta yoki, to‘g‘ri chiziqning ta’rifi singari Yevklid postulatlaridan, farqli o‘laroq, Eynshteyn postulatlari aniqlikka ega bo‘lmagan. Olim bu borada tajriba ma’lumotlaridan kelib chiqqan: «*Agar markaziy tushunchalari va asosiy gipotezalari amaliy tajribadan uncha uzoqqa ketmasa, nazariyot katta afzallikka egadir*».

Ikkinchi postulat mashhur «barcha narsa nisbiy» tarzida yangraydigan mashhur matal bilan bahsga kirishadi. Maks Plank aytganidek, «*Nisbiylik nazariyasi, mumtoz fizikada faqat nisbiy xarakter kasb etadigan kattalik – yorug‘lik tezligi tushunchasiga, mutlaqlik mohiyatini biriktirishga urinmoqda*». Yorug‘lik tezligining doimiy ekanligi, Maksvell tenglamalari orqali xulosa qilinmoqda.

Eynshteynning o‘zi, nazariyaning birinchi postulati «Galiley va Nyuton mexanakilarida ham amal qilishiga» diqqat qaratdi. Hammasini o‘zgartiruvchi omil – nisbiylik tamoyili bilan uyg‘unlashayotgan yorug‘lik tezligining doimiyligi edi. Ustiga-ustak, Lorents almashtirishlarining barchasiga yetib kelish uchun, Maksvell tenglamalariga hech qanday murojaatlarsiz, ikkinchi postulatning o‘zi orqali chiqib

borish ham mumkin edi va bu ishni Eynshteyn o‘zining 1905 yilda e’lon qilingan maqolasida amalda bajargan.

Yorug‘lik tezligining doimiy ekanligi borasida yuzaga keladigan noo‘rin qarashlarning haqiqatan mavjudligini tasdiqlash maqsadida, Galiley qirg‘og‘iga qaytamiz. Bunda qator eksperimentlar seriyasini amalga oshiramiz: avvaliga, Nyuton qonunlariga tayanish bilan (mexanik talqin), keyin esa, Maksvell qonunlariga ko‘ra (elektromagnit talqin). Tajriba natijalari bizga kichik bir nazariy sayohat uyushtirishimizga yordam beradi va buning natijasida bizning olam manzarasi haqidagi tasavvurlarimizga, o‘zimizning fikrlarimiz taklif etayotgan tasavvurlardagidan ko‘ra yanada kattaroq aniqlik kiritiladi. Shunga ko‘ra, bundan hosil bo‘ladigan xulosa va fikrlar ham, yanada kuchliroq intriga hamda noodatiy zavq bag‘ishlaydi.

Bir vaqtlilikning intihosi

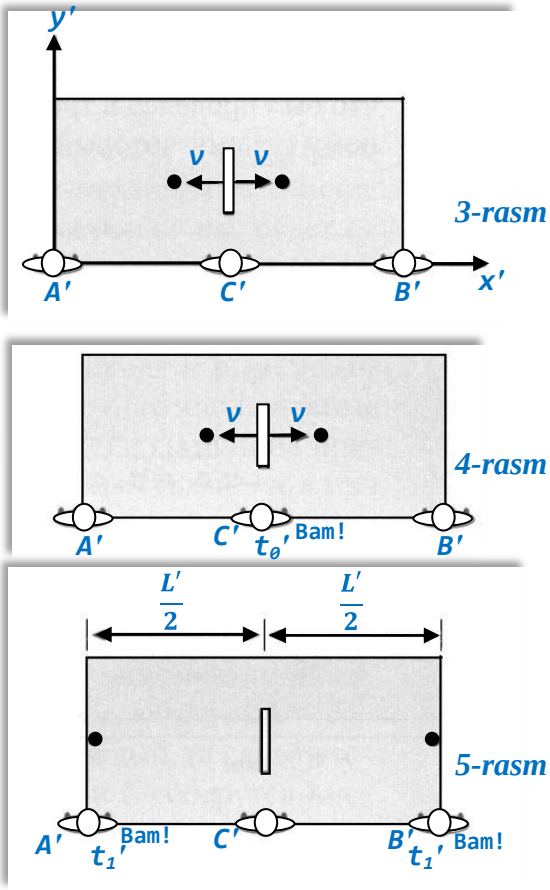
Biz, Lorents o‘zgartirishlarining o‘yinga yangi qoidalar kirtishini, ya'ni, ular asosida qaraydigan bo‘lsak, harakatdagi kuzatuvchilarning o‘zi guvohi bo‘layotgan hodisalar borasida nomuvofiqlikka ucharshini ko‘rib o‘tdik. Endi, yorug‘lik tezligining doimiyligi ikkita hodisalarning bir vaqtliligiga qanday ta’sir etishini tahlil qilib ko‘ramiz.

MEXANIK TAJRIBA

Bizda ikkita sanoq tizimlari: ***G*** (x va y koordinatalar o‘qi) va ***D*** (x' va y' koordinatalar o‘qi) mavjud. Bu ikkala tizimlar, har bir nuqtasida vaqt bir xilda o‘tadigan fazoda (makonda) joylashgan va shu sababli ham kuzatuvchilarning soatlari bir xil tezlik bilan yuradi.

Kema tryumidagi kuzatuvchilarning talqinlari.

Tryum burchaklarida joylashgan ikkita odam, y′ o‘qining musbat nurlariga yuzlangan, biz ularni A' va B' deb nomlaymiz. Markazda, bir vaqtning o‘zida ikkita to‘p itqitib yuboradigan



mexanizm joylashgan bo‘lib, u otgan to‘plardan bir chap tomonga, ikkinchisi esa, o‘ng tomonga yo‘nalgan holda uchadi; har ikkala to‘p ham bir xil $\boldsymbol{v}$ tezlik bilan uchadi. Biz tortishish kuchini ham, ishqalanish kuchini ham e’tiborga olmyamiz. Uchinchi bir odam, ya'ni, C', to‘p irg‘itadigan apparat ro‘parasida va A' va B' larning o‘rtasida joylashadi. A', B' va C' odamlar avvalo soatlaridagi vaqtni sinxronlab olishadi va ularning har biriga biror hodisani qayd etish vazifasi topshiriladi. Bu vazifa hamma uchun har xil bo‘ladi. Birinchi odam, to‘pning uchib chiqib chap tarafdagi devorga urilishi hodisasini qayd qiladi. Ikkinchisi esa, o‘ng tarafdagi devorga to‘p kelib urilishini qayd qiladi. Uchinchi odam, ya'ni C' esa, mashinaning to‘plarni irg‘itib berish vaqtini qayd qiladi (3-rasm). Mashina to‘plarni otib berganida, C' o‘z soatiga ko‘ra t'_0 vaqtni belgilab qo‘yadi (4-rasm). A' va B' odamlar o‘zi qarab turgan devorga to‘p kelib urilganini ko‘rishi bilan, o‘ziga mos ravishda t'_1 va t'_2 vaqtlarni qayd qilishadi (5-rasm).

To‘plarning har ikkalasi ham bir xil $(\frac{L'}{2})$ masofani aynan bir xil tezlik bilan bosib o‘tadi. Agar kuzatuvchilarning har uchalasi ham o‘z o‘lchash natijalarini, hamda, $t'_2 - t'_0$ va $t'_1 - t'_0$ farqlarni taqqoslashsa, bir xil natijalarga ega bo‘lishadi. Xulosa: to‘plarning ikkisi ham devorga aynan bir vaqt momentida kelib urilishgan.

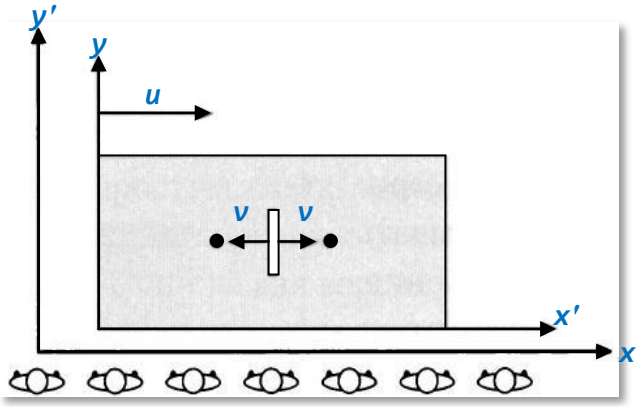
Qirg‘oqdagi kuzatuvchilarning talqini:

Hozirgina kema tryumida amalga oshirilgan tajribani qayta amalga oshirish uchun biroz g‘alati usulga qo‘l uramiz; lekin bu ga’alatilik, mazkur tajribaning ikkinchi, ya'ni, nisbiy talqinini tahlil qilishda mufassal tushunarli ko‘rinishga keladi. Biz qirg‘oq yoqalab bir necha kuzatuvchilarni joylashtiramiz va ularning har biri o‘z sekundomerlari yordamida o‘ziga nisbatan aniq ro‘parama-ro‘para joyda sodir bo‘luvchi hodisalarni qayd qiladi (6-rasm).

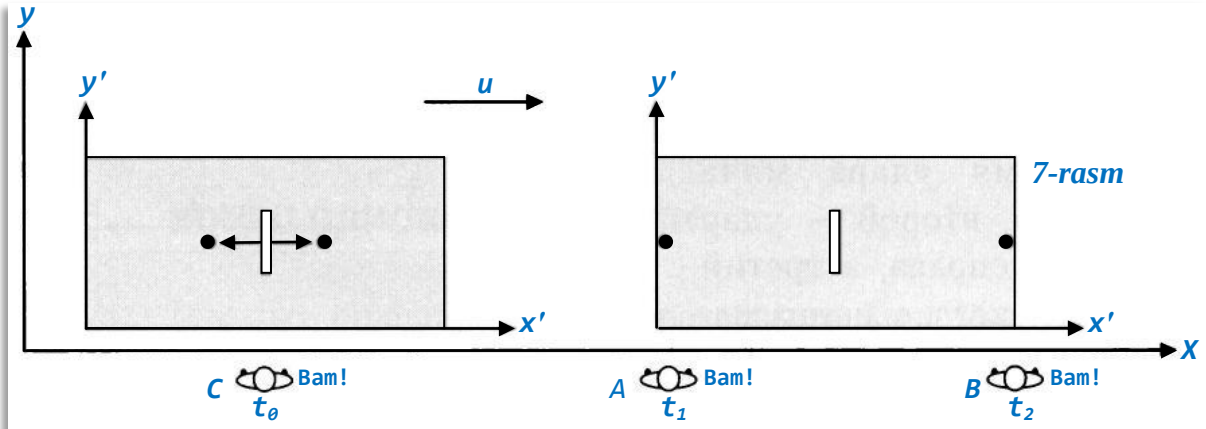
Kema qirg‘oq yoqalab $\boldsymbol{u}$ tezlik bilan harakatlanmoqda. C kuzatuvchi, mexanizm to‘pni otgan zahoti uning qarshsida bo‘lgan bo‘lsin. U qayd etgan vaqt t_0 deb olinadi. A va B esa, to‘plarning devorga borib urilishini qayd etadigan kuzatuvchilar bo‘lishadi. Ular vaqtning t_1 va t_2 momentlarini qayd etishadi (7-rasm).

Kemaning harakati, chap tarafdagi to‘p (i) va o‘ng tarafdagi to‘p (d) larning uchib o‘tish masofasining simmetriyasini buzadi. To‘p otilishi vaqtigacha, kuzatuvchilar mexanizmning $\boldsymbol{u}$ tezlik bilan o‘ng tarafga harakatlanayotganligini ko‘rishadi. Aniq bir vaqtda mexanizm, ikkala qarama-qarshi tomonlarga, to‘plarni otib yuboradi va to‘plarning har biri $\boldsymbol{v}$ tezlik bilan uchadi. Qirg‘oqdagi kuzatuvchilar, $\boldsymbol{i}$ to‘pni $\boldsymbol{v} - \boldsymbol{u}$ tezlik bilan chap tarafga uchayotganini; $\boldsymbol{d}$ to‘pni esa $\boldsymbol{v} + \boldsymbol{u}$ tezlik bilan o‘ng tarafga uchayotganini ko‘rishadi. Ularning nuqtai nazariga ko‘ra, $\boldsymbol{i}$ to‘p sekinroq, $\boldsymbol{d}$ to‘p esa tezroq uchadi. A' va B' kuzatuvchilar uchun esa ularning har ikkisi ham bir xil tezlikda uchgandi. Tezliklarning ushbu farqi, har

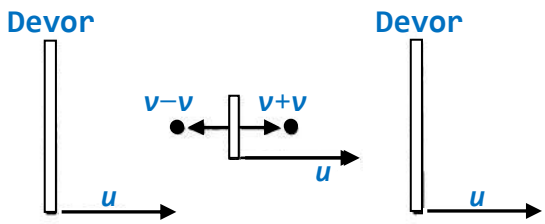
ikkala to‘pning devorgacha uchib yetib borish vaqtiga ta’sir qiladimi? Yo‘q albatta. Chunki, chap tarafdagi devor ***i*** to‘pga nisbatan qarama-qarshi yo‘nalishda ***v*** tezlik bilan yaqinlashib boradi; o‘ng tarafdagi devor ham, ***d*** to‘pdan xuddi shunday tezlik bilan uzoqlashib boradi (8-rasm).



6-rasm



7-rasm



8-rasm

Bu effektlar bir-birini o‘zaro kompensatsiyalaydi: sekinroq uchayotgan to‘p nisbatan qisqaroq masofani bosib o‘tadi; tezroq uchayotgani esa, nisbatan uzoqroq masofani bosib o‘tadi. Natijada ularning har ikkisi ham o‘z devoriga bir vaqtda yetib boradi. Agar *A*, *B* va *C* kuzatuvchilar bir joyga yig‘ilib, o‘zlari qayd qilgan vaqt ko‘rsatkichlarini taqqoslashsa, t_2-t_0 va t_1-t_0 farqlarni taqqoslashsa, ular o‘zaro teng ekanligi ma’lum bo‘ladi. Hodisalar bir vaqtda sodir bo‘ladi.

ELEKTROMAGNIT TAJRIBA

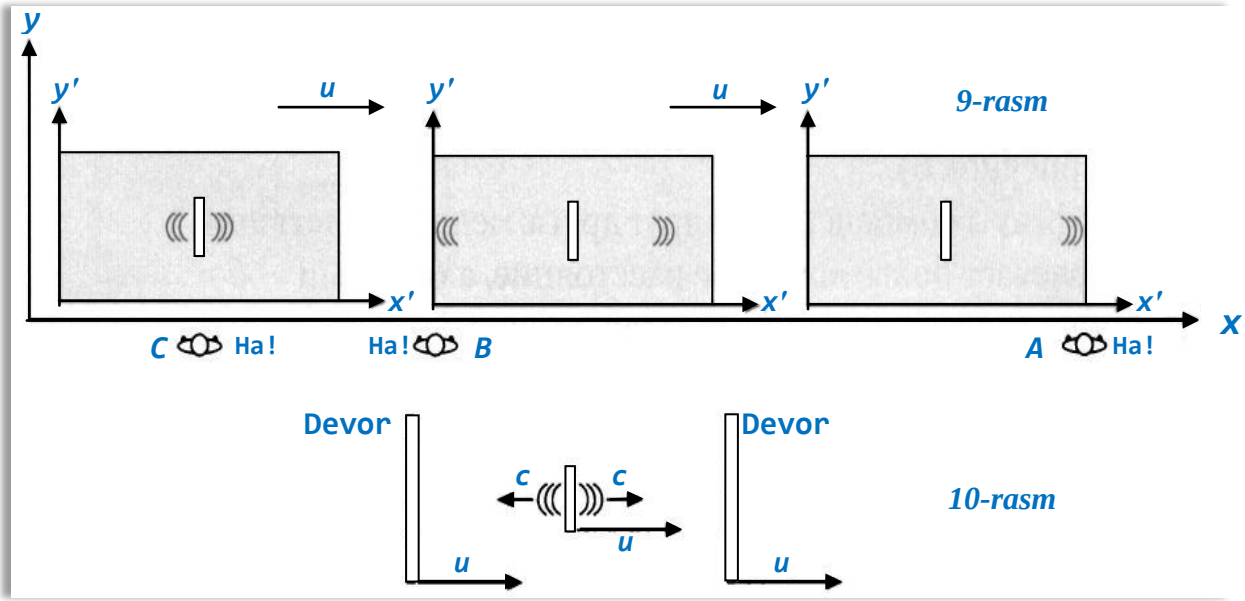
To‘p uloqtiruvchi mashina va to‘plarni, ikkita chiroqli fonar bilan almashtiramiz. Fonar yoqilganda u o‘zidan ikkita nur (elektromagnit nurlanish) chiqara boshlaydi. Nurlardan biri o‘ngga, ikkinchisi esa chapga yo‘naladi.

Kema tryumidagi kuzatuvchilarning talqinlari.

Mohiyatan tajriba, avvalgisi bilan aynan bir xil va shu sababli natijalar ham bir xilda bo‘ladi. Biz yana o‘sha $t'_2 - t'_0 = t'_1 - t'_0$ tenglikka ega bo‘lamiz.

Qirg‘oqdagi kuzatuvchilarning talqini.

Avvalgi tajribada biz, kemaning harakati sababli to‘plarning turlicha harakatlanganligini korgan edik. Lekin endi bu safar yorug‘lik tezligi doimiysi kompensatsiya effektining hosil bo‘lishiga imkon bermaydi. Qirg‘oqdagi kuzatuvchilarning barchasi, ***i*** va ***d*** nurlar bir xil tezlikka egadek tuyuladi (9-rasm). Lekin devorlar avvalgidek, o‘zini turlicha tutadi: ulardan biri ***i*** nurga nisbatab yaqinlashib boradi, ikkinchisi esa ***d*** nurdan uzoqlashib boradi. Shu sababli ham ***i*** nur devorga ***d*** nurdan avvalroq kelib uriladi (10-rasm). ***G*** sanoq tizimidagi devorlarning nur bilan to‘qnash kelish hodisalari bir vaqtli emas!

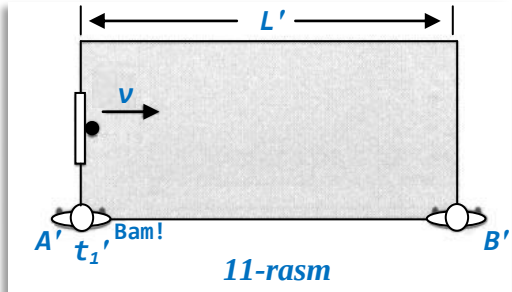


Obyektlarning fazoda siqilishi haqida.

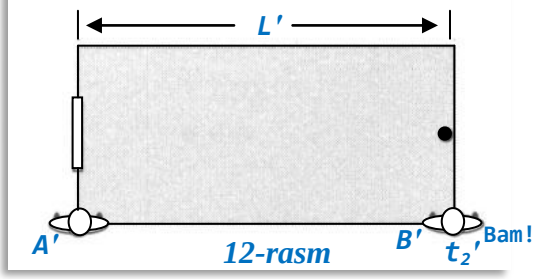
Bizni qiziqtirayotgan nisbiylik nazariyasi doirasida, yorug‘lik tezligining doimiy ekanligi natijasidan kelib chiqadigan oqibatlarni tadqiq qilishda davom etamiz. Tasavvur qilamizki, *G* va *D* kuzatuvchilarning har ikkalasi ham, aynan bitta hodisa sodir bo‘layotgan onda bir joyda hozir bo‘lishgan, lekin, hodisani ular boshqa-boshqa nuqtalardan turib kuzatishgan. Biz ulardan bitta masofani o‘lchashlarini so‘raymiz.

MEXANIK TAJRIBA.

Ikkita A' va B' kuzatuvchi, kema tryumining burchaklarida joylashib o‘tirib, y′ nurning musbat yo‘nalishiga qarab o‘tiradi. Chap tarafdagi devorda ***v*** tezlik bilan to‘p uloqtiruvchi mexanizm o‘rnatilgan. Bu o‘rinda biz ko‘rib chiqadigan fizik fenomen (joriy holatda mexanik fenomen), to‘pning uloqtirilishi va to‘xtashi bilan bog‘liq bo‘lib, ushbu usuldan biz kema tryumini o‘lchash uchun foydalanamiz. Tryum uzunligi, to‘pning uloqtiruvchi mexanizmdan uchib chiqib, qarama-qarshi (o‘ng) tarafdagi devorga borib urilish uchun ketgan vaqt davomida bosib o‘tgan masofasiga teng bo‘ladi.



11-rasm



12-rasm

Kema tryumidagi kuzatuvchilarning talqinlari.

A' va B' kuzatuvchilar tinch holatda turibmiz deb gumon qilishadi. A' o‘z xronometrida to‘pning uchib chiqish vaqti $\boldsymbol{t}_1'$ ni qayd qiladi (11-rasm). To‘p uchib borib devorga urilgan zahot $\boldsymbol{t}_2'$ni B' o‘z sekundomeri orqali qayd qiladi (12-rasm).

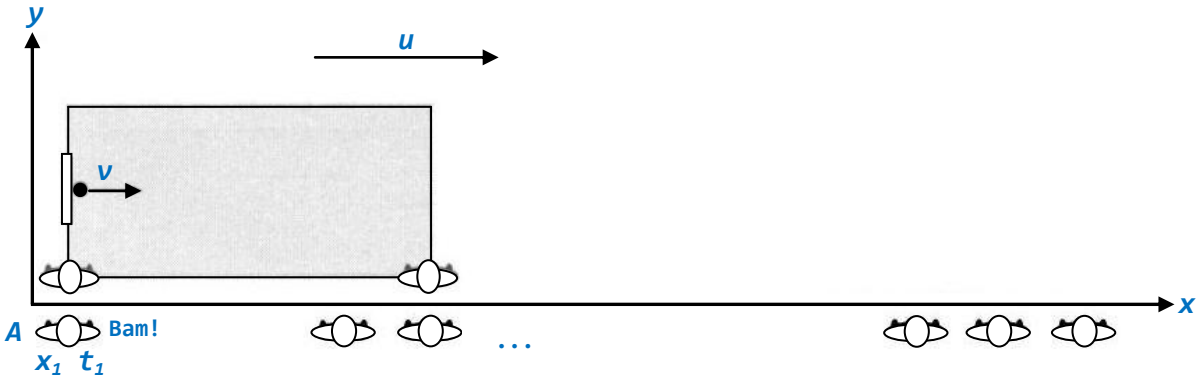
Tezlik v ni hamda, $\boldsymbol{t}_1'$ va $\boldsymbol{t}_2'$ vaqtlarni bilgan holda, *G* sanoq tizimda, tezlikni vaqtga ko‘paytirish orqali to‘pning bosib o‘tgan masofasi xulosa hisob chiqarish mumkin. bu holatda:

$$L' = v \cdot (t_2' - t_1').$$

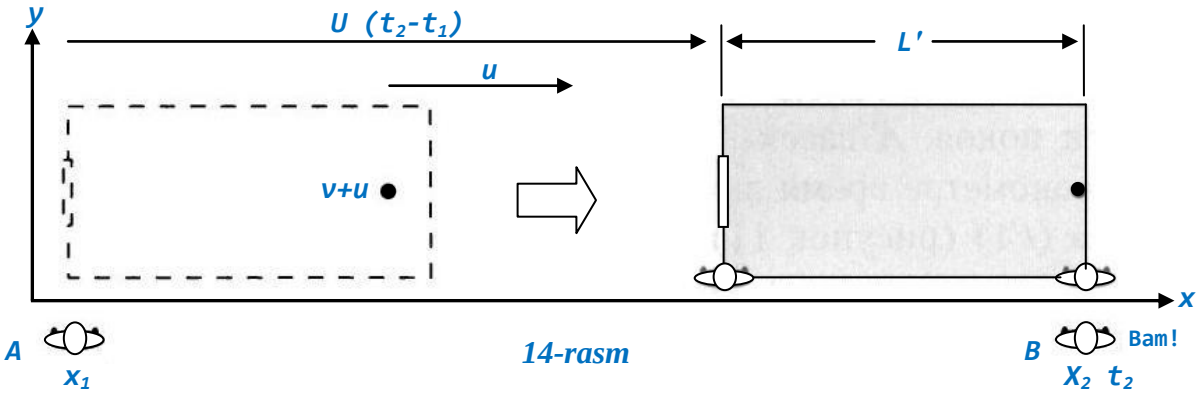
Qirg‘oqdagi kuzatuvchilarning talqini.

Bizga yana qirg‘oq bo‘ylab qator joylashgan va har birida o‘z xronometri bo‘lgan kuzatuvchilar kerak bo‘ladi. *A* – to‘p otuvchi mexanizmdan to‘p uchib chiqish onida uning ro‘parasida turgan kuzatuvchi bo‘lsin. U o‘z xronometrida, mexanizmning to‘pni uloqtirgan vaqt zahoti $\boldsymbol{t}_1$ ni belgilab qo‘yadi (13-rasm). ***B*** esa,

to‘p devorga kelib urilgan vaqtda uning ro‘parasida turadigan kuzatuvchi bo‘ladi. To‘pning devorga kelib urilish oni t_2 ni u o‘z xronometri orqali qayd qilib qo‘yadi (14-rasm).



13-rasm



14-rasm

Kuzatuvchilar, to‘pning uloqtiruvchi mashina ichidagi tezligi, kemaning tezligi $\boldsymbol{u}$ bilan allaqachon tenglashgan deb hisoblaydilar. To‘p uloqtirilgan ondayoq, devor undan $\boldsymbol{u}$ tezlik bilan uzoqlasha boshlaydi va shu sababli to‘p uzunroq masofani bosib o‘tishi lozim bo‘ladi. Shunga ko‘ra, *G* sanoq tizimi kuzatuvchilari ham D sanoq tizimi kuzatuvchilari bilan bir xil vaqt zahotini qayd etishlariga qaramasdan, to‘pning uchib o‘tish masofasi va tezligi har ikki tizim kuzatuvchilari uchun turlicha bo‘ladi:

$$L + \underbrace{u \cdot (t_2 - t_1)}_{} .$$

To‘p hali havoda parvoz qlayotgan vaqt davomida o‘ng tarafdagi devorning siljish masofasi.

Agar biz kemaning mavjudligini bir onga yoddan chiqarib, butun diqqatimizni faqat to‘pga qaratsak, uning $\boldsymbol{v}+\boldsymbol{u}$ tezlik bilan t_2-t_1 vaqt mobaynida uchib,

$$(v+u)\cdot(t_2-t_1)$$

masofani bosib o‘tishini ko‘ramiz.

Har ikkala kattaliklar o‘zaro teng bo‘lishi kerak:

$$L+u\cdot(t_2-t_1)=(v+u)\cdot(t_2-t_1).$$

Natijada esa, tryum uzunligini o‘lchash uchun tanish formulani keltirib chiqaramiz:

$$L=v\cdot(t_2-t_1).$$

Bu tajribadan shunday xulosa qilish mumkinki, qirg‘oqdagi kuzatuvchilar nazdida devor undan uzoqlashayotganligi uchun, to‘p uzoqroq masofani bosib o‘tishi kerak bo‘ladi, lekin bunda to‘p kattaroq tezlik bilan uchadi, chunki uning tezligiga kemaning tezligi ham qo‘shiladi. Shu sababli ham har ikkala effekt bir-birini o‘zaro kompensatsiyalaydi.

ELEKTROMAGNIT TAJRIBA.

To‘p uloqtiruvchi mashinani fonar bilan, to‘pning o‘zini esa, yorug‘lik nuri bilan almashtiramiz (biz yana elektromagnit nurlanish bilan ish olib boramiz). *G* hamda *D* sanoq tizimlari uchun umumiy bo‘lgan yagona element bu – yorug‘lik tezligidir. Tajribafa ishtirok etadigan xronometrlarning barchasi aynan bitta fabrikada ishlab chiqarilgan, biroq, ulardan faqat ikkitasigina bir sanoq tizimida aynan bir xil vaqtni ko‘rsatadi. Fazoviy yoki vaqt koordinatalarini bir sanoq tizimidan boshqasiga o‘girish uchun Lorents almashtirishlariga murojaat etish kerak bo‘ladi.

Kema tryumidagi kuzatuvchilarning talqinlari.

Mexanik tajribadagi singari, A' yorug‘lik nurining fonardan chiqish vaqtini, B' esa, nur qarama-qarshi devorga yetib borish vaqtini qayd qiladi (15-rasm). Ular uchun:

$$L'=c\cdot(t'_2-t'_1).$$

Qirg‘oqdagi kuzatuvchilarning talqinlari.

Qirg‘oqdagilar, o‘ng tarafdagi devor qanday uzoqlashayotganini va bunda yorug‘lik nurining hamon ***c*** tezlik bilan harakatlanayotganligini ko‘radilar (16-rasm). Ular, nurning devorga yetib borishdan avval, nafaqat tryum uzunligini, balki, kemaning $\boldsymbol{t_2}-\boldsymbol{t_1}$ vaqt mobaynida o‘tgan yo‘lini ham bosib o‘tiganligining guvohi bo‘ladilar (17-rasm):

$$L+u\cdot(t_2-t_1).$$

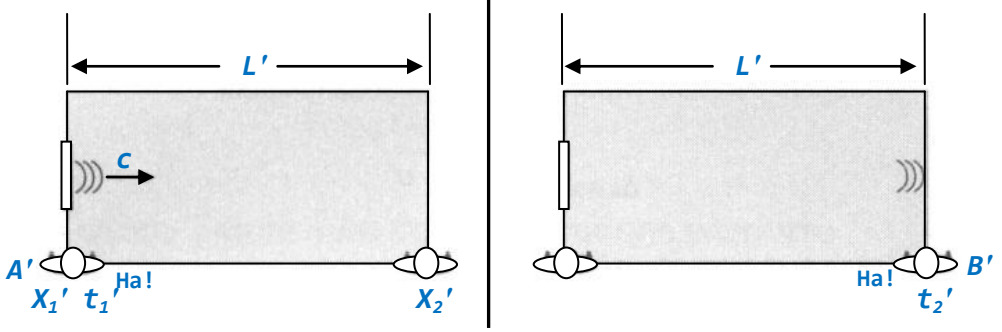
Boshqa tarafdan olib, agar kemaning mavjudligini e'tiborga olmasdan qarasak, yorug'lik t_2–t_1 vaqt intervali mobaynida

$$c \cdot (t_2 - t_1) = x_2 - x_1$$

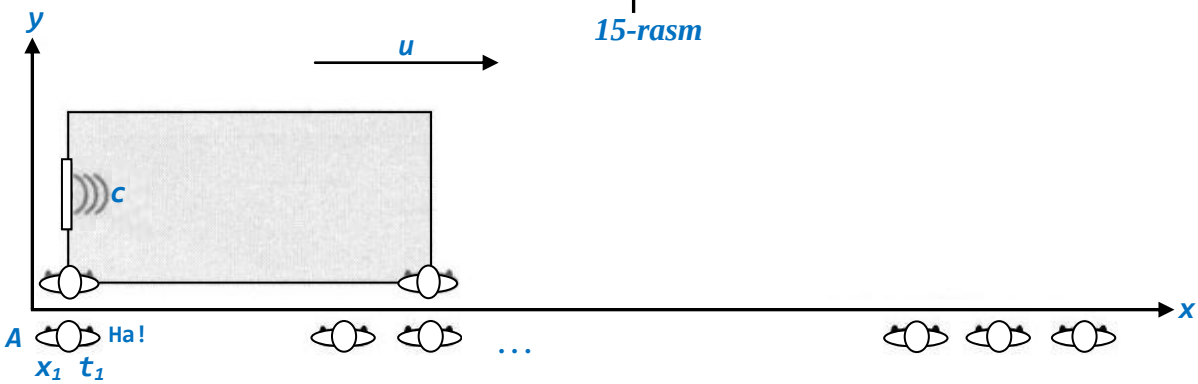
masofani bosib o'tadi.

Ifodalarni quyidagicha o'zaro tenlashtiramiz:

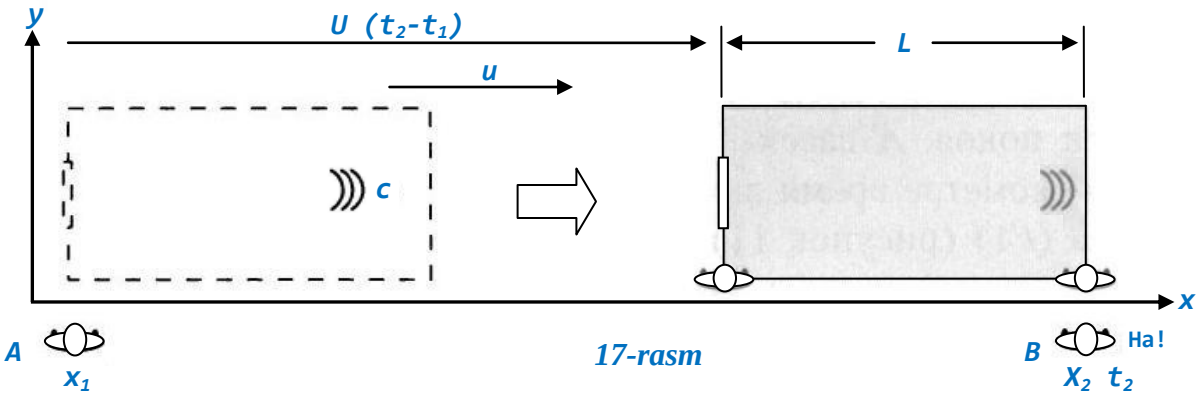
$$L + u \cdot (t_2 - t_1) = c \cdot (t_2 - t_1) = x_2 - x_1$$



15-rasm



16-rasm



17-rasm

Agar bu ifodaga Lorents o‘zgartitishlarini tadbiq etsak juda hayratlanarli natijaga ega bo‘lamiz:

$$L = \beta \cdot L', \text{ bunda } \beta = \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} \ .$$

Kema tezligi har qanday holatda ham yorug‘lik tezligidan kichik bo‘ladi (***u***<***c***). Shunga ko‘ra, ***β*** ning qiymati doimo 1 dan kichik, shuningdek, *L* ham *L′* kichik qiymatga ega bo‘ladi. ya'ni, *G* sanoq tizimi kuzatuvchilari uchun, kema tryumi, *D* sanoq tizimi kuzatuvchilari talqinidagidan ko‘ra nisbatan qisqaroqdir. Aynan shuni, Lorents siqilishi deyiladi.

Endi boshqa bir holatni tasavvur qilamiz. Bunda turli xil sanoq tizimlariga tegishli bo‘lgan kuzatuvchilar aynan bitta hodisotni qayd qilishlari kerak bo‘ladi. ularning vazifasi – vaqt intervalini qayd qilishdan iborat. O‘zining «Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» nomli maqolasida Eynshteyn anchayin oddiy misol keltiradi. Ikkita *G* va *D* sanoq tizimlariga ega bo‘lgan holda, u *D* sanoq tizimini *G* sanoq tizimiga nisbatan o‘zgarmas va bir maromli ***u*** tezlik bilan harakatlanishini faraz qiladi. U soatni *D* sanoq tizimining qoq markaziga o‘rnatadi va o‘ziga-o‘zi «*Qo‘zg‘almas sanoq tizimidagi kuzatuvchi uchun bu soatning yurishi qanchalik tez*?» deb savol beradi.

Lorents o‘zgartirishlariga tegishli formula qo‘llanganidan so‘ng, quyidagi javob olingan:

$$t' = t - (1 - \beta) \cdot t$$

Bundan esa Eynshteyn quyidagicha xulosa chiqargan: «... *bundan kelib chiqadiki, tinch holatda turgan kuzatuvchining sanoq tizimidagi soat, 1−β soniyaga ortda qoladi*». Shuning uchun ham, qo‘zg‘almas sanoq tizimida turgan kuzatuvchi uchun, harakatdagi sanoq tizimining vaqti, o‘zining vaqtiga qaraganda sekinroq kechadi.

Lorents siqilishining matematik ifodasi

Quyida, Lorents o‘zgartirishlarining siqilishni hisoblashda qanday qo‘llanilishini ko‘rsatib o‘tamiz. Bizda yorug‘lik nuri bosib o‘tadigan masofa uchun ikkita matematik ifoda mavjud:

$$L + u \cdot (t_2 - t_1)$$
$$c \cdot (t_2 - t_1) = x_2 - x_1$$

Ularni o‘zaro tenglashtiramiz:

$$L + u \cdot (t_2 - t_1) = c \cdot (t_2 - t_1) = x_2 - x_1 \qquad L = x_2 - x_1 - u \cdot (t_2 - t_1)$$

Agar ayrim belgilashlarga o‘zgartirishlar kiritsak, tenglamani soddalashtirish mumkin:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \qquad \Delta t = t_2 - t_1 \qquad \beta = \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

Bunda *L* uchun keltirilgan ifoda quyidagicha soddalashadi:

$$L = \Delta x - u \cdot \Delta t$$

Endilikda biz, turlicha sanoq tizimlarida, sanoq tizimiga bog‘liq holda soatlarning yurish tezligi har xil bo‘lishini bilganimiz uchun, *G* sanoq tizimidagi koordinatalarini *D* sanoq tizimiga o‘tkazish uchun Lorents o‘zgartirishlaridan foydalanishimiz kerak:

$$\Delta x = \frac{\Delta\ x' + u \cdot \Delta t'}{\beta}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t' + u \cdot \frac{\Delta x'}{c^2}}{\beta}$$

Bu ifodalarni ***L*** ning formulasiga qo‘ysak, unda quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$L = \frac{\Delta x' + u \cdot \Delta t'}{\beta} - u \cdot \frac{\Delta t' + u \cdot \frac{\Delta x'}{c^2}}{\beta} = \frac{1}{\beta} \cdot \left[\Delta x' + \cancel{u \cdot \Delta t'} - \cancel{u \cdot \Delta t'} - \Delta x' \cdot \frac{u^2}{c^2}\right] =$$

$$= \frac{\Delta x'}{\beta} \cdot \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right) = \frac{\Delta x'}{\beta} \cdot \beta^2 = \Delta x' \cdot \beta.$$

Agar $\Delta x' = x'_2 - x'_1 = L'$ ekanligini e’tiborga olsak,

$$L = \beta \cdot L'$$

bo‘ladi.

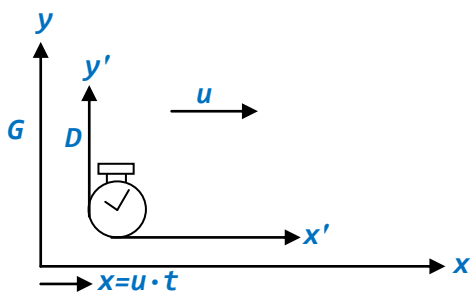
Nisbiylik nazariyasi yog‘dusida Nyuton.

Lorents almashtirishlari tufyali, Maksvell tenglamalari istalgan inersial sanoq tizimlarida o‘z holicha saqlanib qoladi, lekin, qadimgi Nyuton dinamikasiga oid formulalar bilan nima sodir bo‘ladi? koordinatalarni o‘zgartirilganidan so‘ng, ular bilan ham, avval Maksvell tenglamalarining Galiley o‘zgartirishlarida uchragan holatlari sodir bo‘ladi: fizik nuqtai nazardan ma’noga ega bo‘lmagan elementlar yuzaga keladi. G‘alati tuyulyaptimi? Aslida Nyuton tenglamalari ham kichik bir tuzatishlarga muhtojdir. Agar biz nisbiylik nazariyasi postulatlarini qabul qilishga qaror qilgan bo‘lsak, unda mazkur postulatlarni fizikaning barcha qonunlariga nisbatan tadbiq etish lozim va dinamika bundan mustasno emas.

Massa ham, xuddi uzunlik singari, o‘zi taaluqli bo‘lgan sanoq tizimining nisbiy tezligiga bog‘liq bo‘ladi va u o‘sha yerdan e’tiborat o‘lchanadi hamda, tezlanish orqali o‘sib boradi. Agar bu o‘zgaruvchini kuch tenglamasiga kiritilsa, unda Lorents o‘zgartirishlarida ham o‘zgarishga uchramaydigan relyativistik dinamikaning poydevori kelib chiqadi. Kichik tezliklarda bu formulalar Nyuton anqilaganidek ko‘rinishda bo‘ladi va bu oldindan qilingan taxminlarga to‘la mos keladi.

Mufassalroq

Harakatdagi sanoq tizimining xronometrining orqada qolishini hisoblab topish uchun Eynshteyn quyidagi holatni modellashtirdi:



hamda, Lorents formulasini vaqt xarakteristikasi uchun tadbiq etdi:

$$t' = \frac{1}{\beta} \cdot (t - x \cdot \frac{u}{c^2})$$

G sanoq tizimi uchun xronometrning vaziyati (x) – ya'ni, *D* sanoq tizimining markazi, o‘ng tomonga doimiy tezlik bilan harakatlanmoqda va bundan: ***x=u·t***.
t' uchun quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$t' = \frac{1}{\beta} \cdot \left(t - u \cdot t \cdot \frac{u}{c^2}\right) = \frac{1}{\beta} \cdot \left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right) = \frac{t}{\beta} \cdot \beta^2 = t \cdot \beta$$

Yoki, boshqacha talqinda: $t' = t \cdot \beta + t - t = t - (1 - \beta) \cdot t$

Olamda hamma narsa nisbiymi?

Shu o‘rinda quyidagicha savol berishning ayni vati keldi: haqiqatan ham, Lorent siqilishi yoki, vaqt o‘tishining sekinlashuvi singari hodisalar real voqe’likda amalda mavjudmi? Agar bu savolni Eynshteyn eshitganida, bizga tabassum bilan, real voqe’lik deganda nimani tushunishimizni so‘rashi mumkin edi. Aynan bitta hodisani turli nuqtai nazardan kuzatgan kuzatuvchilar, masofa, bir vaqtlilik va vaqt intervallari haqida turlicha xulosalarga kelishadi. Chunki bu tusunchalar mutlaq emas. Lekin bu qaydlarni tasodifiy deb bo‘lmaydi, chunki, biz o‘zga sanoq tizimlaridagi kuzatuvchilar kelishi mumkin bo‘lgan xulosalarni va olishi mumkin bo‘lgan qiymatlarni hisoblab topishimiz mumkin. Siqilish va sekinlanish hodisalari, real voqe’likka shu ma’noda daxldorki, agar yorug‘lik tezligi masalan, 100 km/soat bo‘lganida, biz 90 km/soat tezlik bilan harakatlanayotgan avtomobilning yo‘lovchilari bir-birlari bilan xuddi akkordeon singari o‘zaro kirishib, chaplanib ketayotganliklariga guvoh bo‘lgan bo‘lar edik. Lekin, shunda, ham, mashina va uning yo‘lovchilarini tashkil qilgan atomlar, so‘zning to‘g‘ridan-to‘g‘ri ma’nosida siqilmaydi. Soddaroq aytganda, mashina va undagi odamlarning o‘lchamlari o‘zgarmaydi. Ular uchun nisbiylik nazariyasining teskari effekti ta’sir qiladi: ular ham o‘zlari o‘tib borayotgan yo‘l yoqasidagi uylarning bir-biriga jipslashib kirishib ketayotganini, hamda, yo‘ldagi piyodalarning juda sekin, xuddi videotasvirni sekinlashtirib ko‘rgandagidek ohistalik bilan harakatlanishayotganligini ko‘rishadi.

Bizning zamon va makon haqidagi tasavvurlarimiz, o‘zimizning harakatimiz yoki, tinch holatimiz bilan bog‘liq bo‘lib, biz ularni olamning boshqa qismiga tadbiq eta olmaymiz. Yuqoridagi tasavvurdagi transport vositasi to‘xtashi bilan sehr o‘z kuchini yo‘qotadi. Shunda, mashina yo‘lovchilari ham, yo‘lkadagi piyodalar aynan bir xil holatni ko‘ra boshlaydi va ular uchun masofa ham, shuningdek vaqtning o‘tishi tezligi ham bir xil bo‘lib qoladi.

Vaqtning o‘tishi degandagi tasdiq albatta, unchalik ham to‘g‘ri emas: tezlik olish va sekinlash uchun tezlanish – maxsus nisbiylik nazariyasining chaqirilmagan mehmoni zarur bo‘ladi. Va bu mehmon qachonki sahnaga chiqib kelar ekan, maxsus nisbiylik nazariyasi degan o‘yin maydonini, umumiy nisbiylik nazariyasi o‘yin maydonigacha kattalashtirish lozim bo‘ladi. Bu maydonda esa, bizlarni yana yangi syurprizlar kutib turgan bo‘lib, ular orasida, hatto harakatdagi sanoq tizimi to‘xtagandan so‘ng ham uning kuztuvchilari uchun vaqt o‘tishining sekinlashuvi davom etadigan holatlar mavjud. Agar biz koinotga parvoz qilib, uning sarhadsiz kengliklarida yorug‘lik tezligiga yaqin tezliklarga erisha olsak, bir necha muddat o‘tib Yerga qaytganimizda, bizni kosmodromdan kuzatayotib ro‘molchasini silktib hayrlashgan o‘z egizagimizdan ancha yosh holatda bo‘lamiz. Tezlanish, inersial sanoq tizimlari orasidagi simmetriyani izdan chiqaradi.

Lorents o‘zgartirishlari va bir vaqtlilikning izdan chiqishi biz uchun ancha g‘alati tuyuladi. Ilm-fan odatiy miqyoslardan keskin farq qiluvchi miqyoslardagi (kvant mexanikasidagi singari), yoki, butun olam manzarasini qamrab olishni taqozo etadigan (umumiy nisbiylik nazariyasi singari)hodisalarni tadqiq etayotganida, ong bu hodisotlarni yaqqol tasavvur qila olmaydi va biz ular uchun, o‘zimizga avvaldan tanish bo‘lgan dastlabki muhitdagi fizik fenomenlarga asoslangan aqliy salohiyatimizni qo‘llay olmaymiz. Biz bunda amaliyot uslubiga o‘tib, nazariyalarda ziddiyatlar yo‘qligini va nazariyaning tasdiqlari amalda o‘z isbotini topgan-topmaganligini tekshirib korishimiz mumkin bo‘ladi. Agar bunda xulosalar ishonarsiz (yoki, ishonib bo‘lmaydigan) bo‘lib chiqsa, buning aybdori fizika emas, balki o‘z malakamizning noqisligidan bo‘ladi.

Nyuton va Galiley olamida har bir hodisa o‘zi sodir bo‘lgan zahotning o‘zidayoq butun makon bo‘ylab tarqaladi va shu sababli ham ularning fizikasida bir vaqtlilik o‘z o‘rniga egadir. Nisbiylik olamida esa, bu darajadagi o‘zaro muvofiqlik amalda ilmkoni yo‘q narsa. Bunda biz faqatgina o‘z shaxsiy o‘lchamlarimizga javob bera olamiz xolos va dunyoning boshqa qismi bilan zondlovchi signallar vositasida, masalan, yorug‘lik nurlari orqali aloqada bo‘la olamiz xolos. Sodir bo‘layotgan voqea-hodislar haqida shu tarzda axborot olish orqali, ular haqida o‘z talqinimizni hosil qilamiz. Aslida nima bo‘layotganligini bizga ko‘rsatib bera oluvchi asbob esa mavjud emas.

Tutqich bermas nur.

«Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» maqolasini yakunlar ekan, Eynshteyn vanihoyat o‘zining kallasiga 16 yoshlik paytida kelgan savolga javob topa bildi: agar yorug‘lik nurini quvlab yetib olsa, nima yuz beradi? Hozir bu savolning javobi hammaga ma’lum: yorug‘lik nurini hech kim va hech qachon quvlab yetib ololmaydi! Lekin nima uchun yorug‘lik tezligidan o‘zib ketish, yoki, jilla qursa unga yaqin tezliklarga erishishning imkoni yo‘q?

Osmonda minglab qushlar parvoz qilmoqda, ko‘chalarda bolalar shodon yugurib yurishibti, shamol qog‘oz parchalari hamda daraxt yaproqlarini uchirib ketmoqda. Yon atrofimizdagi tezliklar doim o‘zgarib turadi va o‘z-o‘zidan savol paydi bo‘ladi: yorug‘lik tezligi orqali qo‘yilgan chegaraning mohiyati nimada? Axir “Formula-1” piloti, 2 soniyadan kamroq vaqt ichida pedalni bosib, to‘liq qo‘zg‘almas holatdagi bolidni 100 $\frac{km}{soat}$ tezlikka olib chiqa oladi-ku! Biroq, keyingi bosqichga chiqishda nimadir o‘zgarishga yuz tutadi. Chunonchi koinot kemasi cheksiz ravishda tezlanish ola olmaydi. Butun olamdagi hech bir jism kesib o‘ta olmaydigan bunday cheklov qayerdan kelib qolgan?

Mashhur $F = m \cdot a$ formuladan kelib chiqadigan natijalardan bir shuki, jismning massasi qanchalik kichik bo‘lsa, unga kuch ta’sir etganida, u shunchalik katta tezlanish oladi va aksincha. Bizga bu haqida, matematik hisob-kitoblarga murojaat etmasdan ham amin bo‘lishimiz uchun kundalik tajriba o‘zi yetarlidir. Stol chirgog‘ini sijitish uchun biz, aytaylik yuk mashinasini joyidan qo‘zg‘ash uchun sarflashimish kerak bo‘lgan kuchdan ancha kichik kuch sarflaymiz. Shu tarzda, massani, jismning tezlanishini o‘zgartirishga bo‘lgan urinishda, u tomonidan ko‘rsatiladigan qarshilik sifatida qarash mumkin. Tezlanishning ortishi bilan massa ham ortadi. Past tezliklarda bu effekt deyarli sezilmaydi: yurib ketayotgan odam, o‘z massasini taxminan atiga 0.00000000000000001 marta orttiradi xolos.

Tezlik ortib borgani sayin, tezlikning ortishiga bo‘lgan qarshilik ham ortib boradi. Yorug‘lik tezligiga yaqinlashib borganda, jism massasi ham, uning tezlikning ortishiga bo‘lgan qarshiligi singari, cheksiz darajada kattalashib ketadi. Shu sababli ham Eynshteyn quyidagicha xulosa qilgan: «Yorug‘lik tezligidan katta tezlik bo‘lishi mumkin emas».

Amalda nisbiylik nazariyasi bu darajada qat’iy emas. Hech bir jism o‘z tezligi borasida yorug‘lik bilan teng kela olmasligiga qaramay, hech qachon yorug‘likdan sekinroq harakatlanmaydigan zarrachalarning mavjudligi ehtimolini ham ko‘rib chiqish mumkin. Yorug‘lik tezligi bu shunday chegaraki, nisbatan kichik tezliklar tarafdan ham va undan yuqori katta tezliklar tarafdan ham buzib o‘tib bo‘lmaydi. Yorug‘lik tezligiga yaqinlashib borgan sari vaqtning o‘tishi ham tobora sekinlashib borar ekan, bu chegarani buzib o‘tib biz, o‘tmishga sayohat qilishimiz mumkin bo‘lar edi. Yorug‘lik tezligidan ham katta tezliklarda harakatlanuvchi zarrachalarning mavjudligi nazariy jihatdan kishini lol qoldiradi, lekin amalda bu nazariyadan odam aqlini shoshirib qo‘yadigan darajadagi ulkan miqdorda dushvor jumboqliklar yuzaga keladi. Alalxusus, tasodifiylikning ehtimimoliy buzilishi va moziyga xabar yo‘llash imkoniyatlarining paydo bo‘lishi shular jumlasidandir.

Barcha zamonlarning eng mashhur formulasi: $E=mc^2$

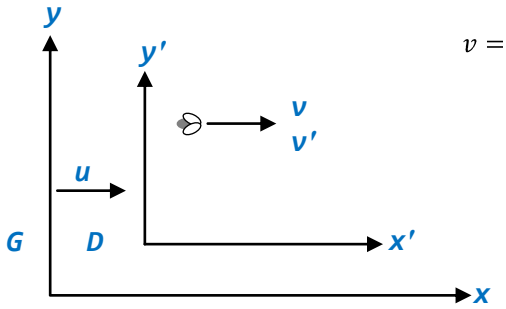
1905 yil sentyabrida, o‘zining «Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» nomli maqolasi «Fizika solnomalari» jurnalida bosilib chiqqanidan uch oy o‘tib, Eynshteyn o‘sha jurnal uchun maqolaning davomini ham yozdi. Yangi maqola, o‘zining savol-sarlavhasi uchun javob tariqasida yozilgan edi: «Jism energiyasi o‘zining massasiga bog‘liqmi?» Albatta, savol ritorik bo‘lgan va uning javobi, tenglama shaklini olgan edi: $E=mc^2$.

Butun o‘z qismlarining yig‘indisiga teng bo‘lmasa

Agar nisbiylik nazariyasi olamida zamon va makon shkalalari yanglish olinsa, unda, mazkur shkalalarga tayanib hosil qilingan har qanday kattalik ham yanglish qiymat kasb etadi. Masalan, yana tezlikni olamiz. Aytaylik, ***u*** tezlik bilan harakatlanayotgan *D* sanoq tizimidan gorizont tekisligiga paralell to‘g‘ri chiziq bo‘yicha uchayotgan pashsh ko‘rinmoqda. Uning qanday tezlik bilan uchayotganligini aniqlash uchun bizga, uning vaqt bo‘yicha $\boldsymbol{t'}$ va $\boldsymbol{x'}$ o‘qi bo‘yicha koordinatalari kerak bo‘ladi. *D* sanoq tizimidagi tezlikning o‘lchovi:

$$v' = \frac{dx'}{dt'}$$

Lekin, *G* sanoq tizimida, pashshaning tezligi fazo va vaqtning boshqa koordinatalari, ***x*** va ***t*** bo‘yicha hisoblanadi.



$$v = \frac{dx}{dt}$$

Lorents o‘zgartirishlari bizga, pashshaning o‘zgarib borayotgan vaqt oralig‘ida, makon (fazo) bo‘ylab uchib borayotgan har ikkala tezliklarini o‘zaro bog‘lash imkonini beradi:

$$v = \frac{v' + u}{1 + \frac{v' \cdot u}{c^2}}$$

Ushbu tenglama ustida mulohaza yuritib ko‘rsak, undan yorug‘lik tezligiga erishib bo‘lmasligini anglash mumkin. Lekin tafakkurimizda bunga nisbatan isyon ko‘taruvchi quyidagicha fikr paydo bo‘ladi: agar biz, yorug‘lik tezligida bo‘lmasa ham, lekin uning tezligining yarmisiga teng ($\frac{c}{2}$) tezlik bilan harakatlanuvchi kemani shuurimizda tasavvur etsak va bu kemaning palubasida, pulemyot bo‘lib, u ham aynan yorug‘lik tezligining yarmisiga teng ($\frac{c}{2}$) tezlik bilan o‘q otadigan bo‘lsa-chi? Bu, – hech bo‘lmaganda nazariy jihatdan – qirg‘oqdagilar uchun pulemyot o‘qlari ***c*** tezlik bilan havoda uchayotganini ko‘rish mumkin bo‘ladi deganimi? Lekin Eynshteyn bizga tajribaning mutlaqo boshqa natijasi haqida xabar beradi:

$$v = \frac{\left(\frac{c}{2}\right) + \left(\frac{c}{2}\right)}{1 + \frac{\left(\frac{c}{2}\right) \cdot \left(\frac{c}{2}\right)}{c^2}} = \frac{c}{1 + \frac{1}{4}} = \frac{4}{5} \cdot c$$

Ko‘rib turganingizdek, nisbiy arifmetikada, bir taqsim ikki va bir taqsim ikkinning yig‘indisi to‘rt taqsim beshga teng bo‘lib chiqmoqda.

Eynshteyn mazkur formulani anchayin xususiy holatdan: ikkita sanoq tizimida ham elektromagnit nurlanish tarata oladigan jism mavjudligi vaziyatdan keltirib chiqargan. Sanoq tizimlarining birida jism tinch holatda turadi, ikkinchi sanoq tizimi esa, jismga nisbatan doimiy tezlik bilan harakatlanadi. Eynshteyn bu mulohaza orqali, bunday jarayonda, nurlanishning energetik yo‘qotishlari ham $\boldsymbol{m}=\frac{E}{c^2}$ massa yo‘qtishlari hamrohligida yuz berishini aniqladi. O‘z xulosalarini olim, universial tamoyillar sirasiga kiritgan:

> *Agar jism nurlanish ko‘rinishida **L** energiya ajratib chiqars, uning massasi* $\frac{L}{V^2}$ *tarzida kamayadi. Ravshanki, jismdan olingan massa miqdori, to‘g‘ridan-to‘g‘ri nurlantirilgan energiya miqdoriga o‘tmoqda. Bundan biz yanada umumlashtirilgan xulosa yasaymiz. Jismning massasi, undagi mavjud energiyaning aynan o‘zidir; agar energiya **L** kattalik bilan o‘zgarsa, unda massa mos ravishda* $\frac{L}{9\cdot 10^{20}}$ *kattalik bilan o‘zgaradi. Bunda energiya erglarda, massa esa – grammlarda o‘zgaradi. Energiyasi katta darajalarda o‘zgaradigan moddalar (masalan radiy tuzlari) uchun mazkur nazariyani tekshirib ko‘rish imkoniyati ehtimoldan holi emas. Agar nazariya va faktlar muvofiq kelsa, unda demak, nurlanish, nurlanuvchi va yutuvchi jismlar orasida inersiyani tashir ekan.*

Bu formula odamda ajoyib taasurot uyg‘otadi. Lekin, u orqali tushuntirladigan hodisalar biz uchun sezilarsiz bo‘lishi mumkin. Masalan, nur taratayotgan 11 Vt chiroq, har soniyada o‘z massasining atiga 0.00000000000000012 kg qismini yo‘qotadi xolos.

Massa hamda energiya orasidagi bog‘liqlik koeffitsienti, ya'ni, $\boldsymbol{c}^2$, bir qarashda juda bo‘rttirib yuborilgandek tuyuladi. Agar 40 million kishidan iborat aholiga ega bo‘lgan rivojlangan davlatdagi umumiy energiya iste’moli darajasi haqida so‘z yuritilsa, taxminan 140 million tonna neft ekvivalenti (TNE, yoki, toe – tonnes of oil equivalent) uchun quyidagi kelib chiqadi:

$$1\ \text{TNE} = 4.2\cdot 10^{10}\ \text{kJ}; \qquad \boldsymbol{c}=3.8\cdot 10^{8}\,\frac{m}{soniya}$$

$\boldsymbol{E=mc^2}$ ekanligidan,

$$m=\frac{E}{c^2}=\frac{140\cdot 10^{6}\cdot 4.2\cdot 10^{10}}{9\cdot 10^{16}} = 65.3\ \text{k g bo‘lib chiqadi.}$$

Boshqacha aytganda, o‘rta statistik bir odam massasini energiyaga aylantirilsa, u butun bir mamlakatni bir yil davomida ta’minlash uchun yetarli bo‘lar ekan.

Jasoratning bahosi.

1905 yilda Eynshteynning beshta mashhur maqolasi olam yuzini ko‘rganidan so‘ng, Dikkensning o‘tkir qalami o‘tmishga aylandi va garchi muvaffaqiyat birdaniga kelmagan bo‘lsa-da endi, Eynshteynning yulduzli davri boshlandi. Avvaliga uning maqolalariga zig‘ircha ham munosabat bildirilmadi – xuddi ular ko‘rinmas siyoh bilan bosilganu, uni hech kim ko‘rmayotgandek edi. Bu narsa olimni tushkunlikka tushirib qo‘ydi. U «Keskin munosabat va qattiq tanqidlar»ni kutgan edi va bu narsalarni «Solnomalar»ning keyingi chiqqan sonlaridan qidirib topa olmadi. Vanihoyat, 1906 yilda Berlindan, mashhur olmon fizigi Maks Plankdan maktub keldi. Unda Plank, Eynshteynning nisbiylik nazariyasi haqidagi o‘z mulohazalarini bayon qilgan va ba’zi savollar bilan murojaat etgan edi. Aynan shundan keyin Eynshteynning taqdiri tub burilishga uchradi.

Hamma narsa bu aslida - harakatdir

Kunlardan bir kun Eynshteyn o‘z o‘g‘li Eduardga xat yozadi: «Yashash bu – xuddi velosipedda uchish kabidir. Agar yiqilishni istamasang, unda harakatdan to‘xtamasliging kerak». Materiya bilan ham shunga o‘xshash narsa sodir bo‘ladi. Jism nurlanish taratishni boshlashi bilan, u yengillashib qoladi. Va askincha, nurlanishni yutish asnosida u – og‘irlasha boradi. Harakat bilan bog‘liq bo‘lgan kinetik energiya ham, o‘z massasini ishlab chiqaradi. Masalan, yorug‘lik, faqat harakatlanganida massaga ega bo‘ladi va tinch holatda u vaznsizdir. Bizning tanamiz molekulalardan tashkil topgan, molekulalar esa – atomlardan tuzilgan. Atom ichida, massa, eng avvalo uning markazidagi yadroda markazlashadi. Yadro esa, neytron va protondan, hamda kvarklardan tashkil topgan bo‘ladi. Ularni o‘zaro birgalikda ushlab turadigan kuchning nomi (kuchli o‘zaro ta’sir) va zarralarni bunday birlashishiga ma’sul zarraning (glyuon, inlizcha «*glue*» – ya'ni, «kley» so‘zidan) nomlari o‘zi haqida o‘zi aytib turibdi: neytron va protonlarni ajratib yuborish juda murakkab ish. Kuchli o‘zaro ta’sir bu – tabiatdagi eng qudratli kuch bo‘lib, uni aynan Nyutonning oniy tortishishi singari tasavvur qilish mumkin. Bunda, tinimsiz va usliksiz ravishda glyuonlar bilan o‘zaro almashinuv jarayoni kechadi va glyuonlar beto‘xtov tug‘ilib, o‘lish jarayonida, kuchni o‘zida tashiydi. O‘lib tirilayotgan mazkur mayda zarrachalarning ushbu betinim harakati, kuchni massaga aylantiradi. Biz shuni tasdiqlashimiz mumkinki, tanamiz massasining 90% dan ortig‘i, bizni tashkil qiluvchi zarrachalarning harakatidan boshqa narsa emas.

Biroq, ushbu janr qonuniyatlari talab qilganidek, qahramon o‘z g‘alabalari uchun biror nimaning bahridan kechishi lozim edi. Garchi otasi unga, o‘ziga mos bo‘lmagan qalliqqa uylanib, o‘z kelajagini shubha ostiga qo‘ygan shunchaki bir iste’dodli yosh yigit sifatida qaragan bo‘lsa-da, ilmiy jamoatchilik ko‘z o‘ngida Eynshteyn, Nyuton va Galileyning munosib vorisi bo‘la oladigan, zamonaning eng mashhur olimi tarzida gavdalandi.

1902 yil kuzida German Eynshteynning yuragi urishdan to‘xtadi. Hayotining so‘nggi yillarida u kasodga uchragan ahvolda edi. Oilaviy korxonaning navbatdagi

bora inqirozga yuz tutishidan so‘ng, amakisi Yakob Eynshteyn, italyan firmalaridan biriga ishga o‘tib, u yerda muhandis bo‘lib ishlay boshladi. Lekin Yakobning bilim darajasi ishdan-ishga bu darajada osonlikcha o‘ta olish imkoni bermas edi va u ham keyinchalik yana tajorat tavakkalchiliklarining o‘rgimchak to‘rida o‘ralashib qoldi. O‘g‘lining ogohlantirishlari va avrashlariga qaramasdan, Yakob yana Milanda yangi korxona ochdi.

O‘sha yillari katta va kichik Eynshteynlar butun dunyo bilan tengsizlikda kurash olib borishayotgan edi. German Eynshteynning o‘za tashabbusi bilan, o‘sha zamonning eng mashhur kimyogarlaridan bo‘lgan Vilgelm Ostvaldga yozgan maktubi, otaning o‘g‘ilga nisbatan bo‘lgan cheksiz g‘amxo‘rligidan dalolat berib turibdi. O‘z xatida ota Eynshteyn, kimyogar olimdan avvalo bezovta qilgani uchun uzr so‘rash bilan murojaat boshlaydi va Albertning qanday bilim olgani, uning iste’dodi haqida ma’lumot beradi. Xatini davom ettirar ekan u jumladan shunday yozgan edi:

> «[...] *unga nazariy va amaliy fizika bo‘yicha o‘zining izlanishlarini davom ettirish imkonini beradishi mumkin bo‘lgan kafedra assistenti lavozimiga erishishda u muvaffaqiyatsizlikka uchradi*. [...] *Shu sababli mening o‘g‘lim hozirda o‘zini baxtsiz his qilmoqda va uning ahvoli kundan-kun battarlashmoqda. U o‘z orbitasida emasligini yaxshi anglab turibdi. Bundan tashqari unda, o‘zi haqida juda bo‘lmag‘ur fikr bo‘lib, u o‘zining boy bo‘lmagan ota-onasiga ortiqcha yuk deb hisoblaydi*».

German Eynshteyn, kimyogar olim Ostvalddan, o‘z o‘g‘lining 1901 yilda «Solnomalar»da nashr qilingan «Kapilyarlik nazariyasidan kelich chiqadigan natijalar» nomli maqolasini o‘qib chiqishini so‘raydi: «[...] agar imkon bo‘lsa, Siz uning hayot va mehnat quvonchlarini yana qaytadan his eta boshlashiga dalda beruvchi bir necha rag‘bat so‘zlarini yozib berganingizda edi...». bizga ma’lumki, Ostvald ota Eynshteynning mazkur xatiga javob yozmagan. Patent idorasida ish boshlaganidan ikki oy o‘tib, oktyabr oyida Albert Eynshteyn, Yevropadagi eng uzun temiryo‘l tunneli bo‘lmish Gotard tunneli orqali orqaga, Italiyaga qaytib otasi bilan hayrlashib keldi. Vafoti oldidan German Eynshteyn o‘z o‘g‘li uchun o‘zining mavjud ahvolidagi qo‘lidan kelgan yagona ishni amalga oshirdi. U Albert Eynshteyn va Mileva Marichlarning nikohiga rozilik beribm ularni duo qildi...

3-bob.

Fazo va vaqt uyg‘unligi

Akademik olam Eynshteyn zakovatiga tan berdi.
U hali Syurixda o‘qituvchilik qilib yurgan paytlaridayoq o‘z oldiga olamning relyatvistik manzarasiga gravitatsiya tushunchasini olib kirishni maqsad qilib qo‘ygan edi. 1915 yilda, o‘z maqsadiga ancha yaqin kelib qolgan Eynshteyn, boshqa bir olim, matematik David Gilbertning yagona maydon nazariyasini, yoki, «barcha narsa nazariyasini» o‘zidan oldin keltirib chiqarishi mumkinligini bilib qoldi. Va Eynshteyn g‘ayrioddiy ilmiy salohiyat namoyon etgan holda, Gilbert bilan musobaqalashishga kirishdi.

Eynshteynning 1905 yildagi maqolalari ilmiy jamoatchilikda olamshumul munosabat uyg‘otdi deb ayta olmasakda, lekin ularning iliq qarshi olingani rost. Bu maqolalarning asl mohiyatini birnichi bo‘lib olim Maks Plank anglab yetgan bo‘lsa, universitet ma’muriyatidagilarga doimgidek oxirgi bo‘lib yetib bordi. Ma’muriyatdagilar bilan Eynshteynning munosabatlari o‘zaro murosasozlikka asoslangan bo‘lib, yetishib chiqayotgan olim, garchi o‘zi bunga ray-hushi yo‘q bo‘lsa ham, shunday yo‘l tutishni ma’qul bilardi. O‘sha davr nemis akademik olamidagi eng kichik lavozim privat-dotsent deb atalib, unda ishlagan odamga hech qanday maosh to‘lanmagan. Bu lavozimdagi o‘qituvchi faqat talabalarning o‘zidan pul olib ularga dars o‘tishi (agar ular shuni istashsa) mumkin edi xolos. Eynshteyn o‘zining xizmatlari evaziga shunday kamtarona lavozimga bo‘lsa ham ishga kirish mumkin deb xayol qilgan va 1907 yilda shunday lavozimlardan biriga ishga kirish uchun ariza bilan murojaat etgan. Lekin Bern universiteti ma’muriyati bu safar ham aqlga sig‘mas darajadagi mujmal injiqlik qildi. Ular tomonidan Albert Eynshteyn nomzodiga nisbatan ilgari surilgan shartlar ichida, hali e’lon qilinmagan birorta maqolani ko‘rsatish talabi mavjud edi. Bu vaqtga kelib Eynshteyn allaqachon 17 ta ilmiy maqolalar nashr ettirgan bo‘lib, ulardan kamida ikkitasi keyinchalik ilm-fan olamidagi mumtoz shedevrlarga aylandi. Universitet ilmiy kengashi, ishga kirishga nomzodning alohida ahamiyatga molik xizmatlarini e’tiborga olgan holda, unga nisbatan yuqoridagi talabni bekor qilishi mumkin edi. Biroq, universitetning nazariy fizika professori Pol Gryuner, nisbiylik nazariyasini «*haddan ziyod chigal va muammoli masala*» deb hisobladi. Amaliy fizika professori Ayme Forster esa, u darajada hushmuomala bo‘lmagan va «Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» nomli maqola borasida muallifga qarata: «*Siz yozgan narsalar ichidan birorta so‘zni ham tushunmadim*» deb ochiqchasiga aytgan ekan. Oliygoh o‘qituvchilarining ko‘pchiligi, «zamonaviy fiziklarning aksariyati tomonidan inkor qilingan» degan bahonani ro‘kach qilib, nisbiylik nazariyasini ko‘rib chiqish uchun qabul qilishdan bosh tortishdi. Oqibatda Eynshteyn bu epizodlarni «kulgili» deb topdi va privat-dotsent lavozimida ishlash maqsadidan voz kechdi. edi. Eynshteyn esa, Grossmanning daftarlaridan o‘qib imtihonlarga tayyorlangan va topshirgan.

Bu nazariyaning bor haqiqatini angalagan har bir shahsning unga maftun bo‘lmaslikka iloji yo‘q.

Albert Eynshteyn nisbiylik nazariyasi haqida.

G‘ururiga qarshi borib bo‘lsa ham, o‘z omadini sinab ko‘rish uchun Albert Eynshteyn bir yildan keyin, yana Bern universiteti eshiklarini qoqdi. U endi «Qora jism nurlanishida energiya taqsimoti qonuning nurlanish tarkibiga ta’siri» nomli maqolasini taqdim etdi. Bu maqola fizika fanida katta to‘ntarish yasamagan bo‘lsa hamki, lekin universitetning mujmal ma’muriyati nazarida katta rutbaga ega bo‘lib chiqdi. Ularning nazdida, ushbu maqolaning hali ilmiy nashrlarda e’lon

qilinmaganligi va muallifga tegishli bo‘lmish nisbiylik nazariyasiga aloqasi yo‘qligi hal qiluvchi ahamiyat kasb etgan. Bern universiteti nihoyat fevral oyida Eynshteynning privat-dotsent lavozimiga yozgan arizasini qabul qilid va 1908 yilning bahorgi smestriga kelib u universitetning fizika kafedrasida to‘laqonli o‘qituvchiga aylandi. Uning issiqlikning molekulyar nazariyasi fanidan qilgan ma’ruzalari haftaning sheshanba va shanba kunlari tonggi soat 7-00 ga belgilangan bo‘lib, odatda uchtadan ortiq tinglovchi yig‘a olmasdi. Ma’ruzada doimo albatta hozir bo‘ladigan sodiq tinglovchilardan biri Mishel Besso bo‘lgan. Ba’zan o‘z akasini qo‘llab quvvatlash uchun ma’ruzlarga Maya Eynshteyn ham kelib turardi. U ham bu vaqtlarda Bernda yashab, roman tillari mavzusida dissertatsiya yozayotgan edi. O‘z darslariga bo‘lgan bunday munosabatdan so‘ng, Albert Eynshteyn yana patent idorasidagi ishiga qaytishdan boshqa chora topa olmadi.

Keyingi yil may oyida olim, uzoq muzokaralardan so‘ng, Syurix universitetida dotsent lavozimiga tayinlandi. Avvaliga bu lavozim, Eynshteynning Politexnika maktabidagi kursdosh do‘sti Fridrix Adlerga tegishli bo‘lgan. Biroq, yaqin do‘sti va fan osmonida tobora charaqlab borayotgan daho olim foydasi uchun Adler o‘ziga tegishli lavozimdan mardlarcha voz kecha oldi. Bu haqida u o‘ta nozik did bilan shunday degan edi: «*Agar universitetimiz ma’muriyatida bu lavozim uchun Eynshteyndek insonni tayinlash imkoni bo‘lsa, uning o‘rniga meni ushlab turish bu be’mani ish bo‘lur edi*». Eynshteyn ishga kirishdi. Biroq tez orada uning pedagogik mahorati haqida bahs-munozaralar yuzaga kela boshladi. Asosiy tanqidlar, olimning o‘z dasrlarida olib borayotgan monologlariga nisbatan yog‘ilar edi. Bunga javoban olim «*Mendan tashqari boshqa o‘qituvchilar ham yetarli-ku*» degan ma’noda xitob qilgan edi. Bir muddat o‘tib, 1909 yilning fevralida Syurix Fizika Jamiyati Eynshteyn uchun didaktikadan imtihon topshirishni tayinladi. Eynshteyn bu imtihonni qiyinchiliklar bilan arang topshirdi. Universitet o‘quv ishlari bo‘yicha qo‘mitasi xodimlarida dotsent Eynshteynning millati ham katta xavotir uyg‘otar edi. «*Akademik doiralarda yahudiylarga nisbatan, nokamtarlik, qo‘pollik va qo‘rs muomala singari salbiy xarakter belgilarini bekorga biriktirishmaydi. Qolaversa ularning aksariyati, ilm-fan ishlariga nisbatan, bozordagi mayda-chuyda bilan savdo qiluvchi chayqovchining darajasi bilan munosabatda bo‘lishadi*» - deb qay qilingan edi qo‘mita hisobotlarining birida. Qaysarlik haddan ziyod edi. Lekin yakunda baribir universitet ma’muriyatidagilar, antisemitizm g‘oyalari borasida muayyan sog‘lom fikrga to‘xtab, bunday millatchilik illatlari o‘zlarining oliy ilmiy darajalari uchun munosib bo‘lmagan pastkashlik ekanligini anglab yetishgan.

Biroq, millatchilik illatlaridan o‘zini baland tutgan ma’muriyat, yulduzi endi-endi porlayotgan xodimiga patent idorasidagi maoshidan ham kamroq maosh tayinlashdan uyalmadi. Eynshteyn bu shartlarni qabul qila olmadi va o‘zi uchun hech bo‘lmasa, patent idorasida olgan maoshi, yani, yillik 4500 frank moyanani tayinlashlarini so‘rab turib oldi. O‘zi uzoq kutgan fizika fani dotsenti lavozimiga

tayinlangan Albert Eynshteyn, hamkasblarining bu boradagi tabriklariga nima uchun zaharhandalik bilan javob qaytarganining sababi ham shunda edi.

1909 yilning iyulida Eynshteynga Jeneva universitetining faxriy doktori (honoris causa) darajasi berildi, oktyabrda esa uning nomzodi ilk bora Nobel mukofotiga taqdim etildi. Joyidan siljishi o‘ta qiyin bo‘lgan olimning ilmiy karyerasi katta qadamlar bilan olg‘a yura boshladi. U o‘z alma-materi bo‘lmish Pragadagi Karl-Ferdinand Universitetida (1911 yil aprelidan) ishlay boshladi. Keyin esa, 1912 yilning avgustida Syurixga qaytib keldi. Vanihoyat 1914 yilda unga Berlinda o‘qituvchilik majburiyatlaridan holi bo‘lgan ilmiy lavozim taklif etishdi va Prussiya Fanlar Akademiyasiga a’zolikka saylashdi.

Bu manzillar bo‘ylab har bir ko‘chib o‘tish, Eynshteynlar oilasi uchun o‘zining jamiyatdagi o‘rnini yanada mustahkamroq belgilash hamda, moliyaviy barqarorlikni ta’minlash imkonini berardi. Biroq aynan shu davrda Albert va Milevaning oilaviy munosabatlariga darz ketdi. Syurix shahri yakunda, Albert va Mileva dramasining barcha asosiy sahnalari – uchrashuv, nikoh va ayriliq syujetlari ijro etilgan maskanga aylandi. Aynan Syurixda Eynshteynlar oilasi bir-birlarini sevib qolishdi, ularning ilk oilaviy mojarosi ham 1909 yilda aynan shu yerda yuz berdi. Ikkinchi farzandalari – Eduard dunyoga kelishi ma’lum bo‘lgan vaqtlarda esa, ularning oilani saqlab qolish borasidagi so‘nggi imkoniyatlari ham qo‘ldan chiqdi. Eynshteyn Berlinda ishlash taklifini qabul qilganida, uning oilaviy hayoti uzil-kesil barbod bo‘lganini yaqqol ko‘rinib qolgan edi.

Mileva nihoyatda ta’sirchan va murakkab xarakterli shahs bo‘lib, tez-tez ruhiy tushkunlikka tushib qolishga moyil edi. U bilan yashash oson bo‘lmagan. Talabalik yillari ularning munosabatlari avvalo ilm-fanga va o‘zaro muhabbat bilan yo‘g‘rilgan edi. Lekin oltin davr asta-sekinlik bilan o‘tmishga aylana boshladi. O‘z vaqtida ular birgalikda ilmiy faoliyat olib borish haqida orzular qilishardi. Lekin Milevaning ketma-ket homilador bo‘lib qolishi, ushbu orzularni vaqtincha bir chetga surib turishga majbur qilgan. Oilaviy hayotning Bernda kechgan eng qiyinchilik damlarida ham ular turmushning zarbalariga yelkama-yelka turib qarshi kurashishgan edi. Mileva bu haqida juda nozik ifodali qilib «*Biz birgalikda xuddi yaxlit qoya singari edik*» degan edi[1]. Ilmiy faoliyat borasida Albert Eynshteynning o‘z orzulari ro‘yobga chiqqan bo‘lsa-da, Mileva haqida bunday deya olmaymiz. Albert Karslruega ilmiy anjumanga ketgan va Mileva o‘zi Pragada uyda yolg‘iz qolgan vaqtida «*Men ham sen bilan borib, o‘sha ajoyib insonlar bilan o‘zgina bo‘lsa ham suhbat qurib, ularni tinglashni istardim*» deb yozgan edi. Mileva o‘z eri olib borgan barcha ilmiy ishlarda ishtirok etishni istardi, lekin Albert uni doim «uyda bolalar bilan qoldirar edi». 10

[1] U oilaviy Eynshteyn familiyasining tarkibiy qismlarini mohirona ifodali talqin qilgan edi. Ya'ni, nemischada *Ein* – bir, (yaxlit, butun ma’nosida) va *Stein* – tosh, qoyatosh ma’nolarida ekanligiga nozik badiiy ishora qilgan.

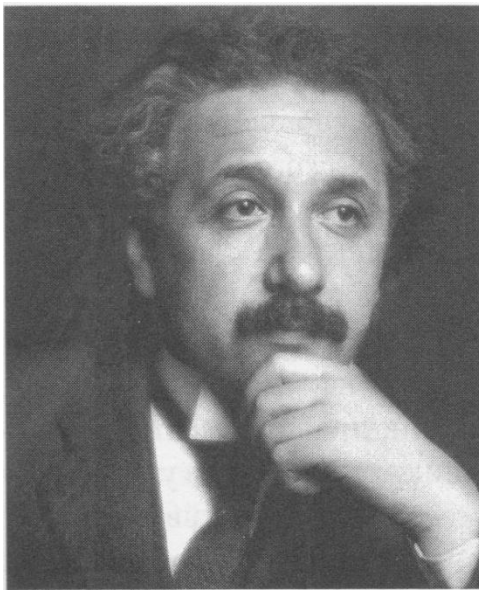
yillik birgalikda kechgan turmushdan so‘ng, 1912 yilga kelib ularning ikkalasida ham oilaviy hayotdan noroziliklar kuchayib ketdi. Mileva kundan-kunga o‘zini yo‘g‘iz his qilar va tushunarsiz ahvolda qolar edi. Albert esa borgan sari undan uzoqroq yurishga intilardi. Mileva uyda Albertning tobora kamnamo bo‘lib borayotganligi borasida «*Biz anchadan buyon ko‘rishmadik va sen meni ko‘rib taniy olishingingga ishonchim komil emas*» - deb kesatiq qilgan edi. O‘zining yaqin dugonasi bo‘lgan Elen Savichga yozgan maktublarida Mileva Marich, o‘zi boshdan kechirayotgan qayg‘u va sog‘inch hislari haqida ochiq hikoya qiladi: «*U o‘z ilmiy vazifalari ustida betinim mehnat qiladi; u aynan ular uchun yashayapti desa ham bo‘laveradi. Buni aytish menga uyat, lekin men tan olishim joizki, biz u uchun ikkinchi darajali narsalarmiz va amalda hech nimani anglatmaymiz...*».

Haqiqatan ham, Eynshteyn oilaviy majburiyat va ma’suliyatdan qochib yurishni afzal bilardi. O‘zining 50 yoshi arafasida yozgan «Men dunyoni qanday ko‘raman» nomli essesida Eynshteyn shunday misralarni bitgan edi:

> «*Menda adolatparvarlik va ijtimoiy ma’suliyat hissi juda kuchli rivojlangan. Lekin bu hissiyot, g‘alati tarzda, mening insoniyat tamaddunining boshqa vakillari bilan yoki, uning turli jamiyatlari bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri munosabatda bo‘lishga nisbatan hech qanday ehtiyojim yo‘qligi bilan yonma-yon yashamoqda. Men doimo o‘zim bilan o‘zim bo‘lganman va hech qachon, o‘z yurtimga, o‘z uyimga, o‘z do‘stlarimga va hatto o‘z oilamga ham to‘liq chin yurakdan taaluqli bo‘lmaganman*».

Garchi ilm-fan Eynshteyn uchun eng birinchi darajaga chiqib qolgan bo‘lsa, ham, u shaxsiy hayot haqida ham qayg‘urishda davom etadi. Olim endi o‘zining diqqat-e’tibor obyekti bo‘lgan (orzusidagi) ayolni boshqacha tasavvur eta boshlagan edi. 1912 yilning pasxa bayrami munosabati bilan olgan ta’til kunlarida Albert Eynshteyn Berlinga yo‘l oldi. Maqsad onasi Paulina Eynshteynning holidan xabar olish edi. Bu vaqtda Paulina o‘zining Fanni ismli singlisinikida mehmonda bo‘lib, uning eri Rudolf ham, Eynshteynlar oilasiga shajaraviy jihatdan taaluqli bo‘lgan. Rudolfning otasi, Albert Eynshteynning otasi bo‘lmish German Eynshteynga amaki bo‘lgan. Shuni ham ta’kidlash joizki, Yakob va German Eynshteynlarning oilaviy elektrotexnika korxonasi faoliyatiga Rudolf ham uncha-muncha sarmoya kiritib, sherikchilik qilgan edi. Fanni va Rudolfning Elza ismli qizlari bo‘lib, u 1912 yilda eridan ajrashgan va o‘z ota-onasi yashaydigan uyning yuqori qavatidan uy olib ko‘chib kelgan edi.

Elza va Albert Myunxenda tanishib qolishdi. Elza Albertga uning bolalik va yoshlik chog‘larida skripkada Motsartning kuylarini chalgan paytlarini eslatib, o‘sha paytlar uni yoqtirib yurganlarini gapirib beradi. Bu safar bolalik va yoshlikdagi eski hissiyotlarning uyg‘onishiga nima sabab bo‘lganini bilmaymiz, lekin o‘sha hislar qayta tug‘ilgan bor gap edi.



O‘ngdagi fotosuratda: Albert Eynshteyn 1911 yilda. **chapda:** uning xolavachchasi va keyinchalik uning xotini Elza.

Pastdagi fotosuratda: Albert Eynshteyning Bern patent idorasidagi ish stoli

Biz ularning qanday uchrashishgani borasida tafsilotlarni bilmaymiz. Lekin Eynshteyn ushbu safardan Pragaga qaytgach, maktublar orqali yashirincha Elza bilan iliq munosabatlar o‘rnata boshladi. Uning maktublaridan birida shunday misralar bor edi: «*Men kim bilandir mehr-muhabbat bilan birga yashashga muhtojman. Aks holda hayot o‘ta zerikarli bo‘lib qomoqda. Va men uchun o‘sha kimdir bu – Siz bo‘lasiz*». Elza haqida gap borganda u Mileva bilan tamomila teskari dunyo bo‘lganini aytish joiz. Mileva – vazmin, kamgap va odamovi ayol edi. Elza esa, xushchaqchaq, kirishimli qaqildoq ayol bo‘lib, ilm-fan borasida zig‘ircha ham qiziqishga ega bo‘lmagan. Eynshteyn o‘zining avvalgi turmushi haqida mahzun xotiralar bilan yodga olgan bo‘lsa, Elzaga sobiq oilasini eslatib turuvchi hech narsa qolmagandek edi g‘oyo. Albert o‘zining Milevaga bo‘lgan munosabatiga va u orqali tug‘ilgan farzandlari oldida doimiy otalik ma’suliyati bilan yashagan. U Elza bilan jiddiy munosabatlarga kirishar ekan, so‘nggi damda ham, Mileva bilan oilasiga qaytish haqida o‘ylab ko‘radi. Xatlarning birida u shunday degandi: «*Biz siz bilan o‘zaro tortishish kuchlariga erk bersak, bu orqali o‘zimiz uchun faqat iztirob va qayg‘u keltirmiz*». May oyining so‘nggi sanalarida yozgan maktubida u Elza bilan munosabatlarni to‘xtatmoqchidek edi: «[...] *Men Sizga so‘nggi bora yozmoqdaman va muqarrar hukmga bo‘ysunaman* [...]». Biroq, ushbu «so‘nggi bora» yozilgan maktubning so‘ngida, Albert Eynshteyn Elzaga o‘z manzilining o‘zgarayotganligini ham xabar qilib o‘tadi. Yozishmalar orasidagi tanaffus bir yildan ziyodroq muddatga cho‘zildi.

1913 yil mart oyida sukunatni Elzaning Albertni 34 yoshi bilan tabriklab yo‘llagan xati buzib yubordi. Albert ham javoban minnatdorchilik xati yozdi va ular orasidagi munosabatlar yangi kuch bilan alangalanib ketdi.

Bu orada uning Mileva bilan qurgan shirin oilasi buzilishda davom etardi. Ular allaqachon boshqa-boshqa xonalarda yotishardi. Albert o‘zi haqida, professional vazifalari girdobida qolganek taasurot uyg‘otuvchi rol ijro etish bilan, oilani yolg‘iz tashlab qo‘yish masalasini san’at darajasiga olib chiqdi. 1914 yil martida esa, oila Berlinga ko‘chib o‘tdi va Albertning o‘zi do‘ti Mishel Bessoga yozganidek, endi unga, xolavachchasi bilan «oradagi iliq munosabatlardan cheksiz zavqlanishga» hech nima halaqit qilmayotgan edi. Uning o‘sha paytlarga oid qaydnomalaridan shunday taasurot uyg‘onadiki, u hech qachon Mileva bilan ham ajrashishni istamas edi. U Elzaga shunday yozgan: «*Biz uning* (Milevani aytyapti) *dilini og‘ritmasdan ham o‘zaro birgalikda baxtli yashashimiz mumkin*». Ehtimolki, Albert Eynshteyn xotini Mileva bilan ham ajrashmasdan, ya'ni, oilasini saqlab qolgan holda, farzandlarini hamda, Milevaning dilini yaralamasdan, ular oldida aybdor bo‘lib qolmaslikni maqsad qilib, lekin ayni vaqtda Elza bilan ham munosabatlarni uzmasdan, u bilan hayotdan zavqlanib yashashni orzu qilgan bo‘lsa kerak. Lekin u Elza bunday uchburchakning burchaklaridan biri bo‘lishga rozi bo‘ladi deb puch xayol qilgan edi.

Elza Albertga, uning Mileva bilan ajrashishini cheksiz ortga surib bo‘lmasligini ko‘p bora uqtirib kelar edi.

Oqibatda avvaldan kutilgan muqarrar oilaviy inqiroz bo‘y korsatdi. Iyul oyining oxirgi kunlaridan birida tong saharlab, bolalari Gans Albert va Eduardni olib, Mileva Berlin-Syurix poyezdiga o‘tirib jo‘nab qoldi. Avvaliga Albertga hammasini joy-joyiga qaytarish mumkindek tuyulgan edi. Oilaning sodiq do‘stlari, er-xotinlarni yarashtirib qo‘yishga nozik did bilan yondoshib, turli usul va vositalar yordamida urinib ko‘rishdi. Agar vaziyat biroz boshqacha bo‘lganida, ehtimol ular buni uddalashgan bo‘lishar edi. Biroq, o‘chakishib, aynan shu vaqtda Avstro-Vengriya imperiyasi Serbiyaga bostirib kirdi va birinchi jahon urushi alangalanib ketdi. Davlat chegaralari yopildi va Albert bilan Elza chegaraning bir tarafida, Mileva farzandlar esa narigi tarafda – Syurixda qolib ketishdi.

Albert yangi qallig‘i bilan munosabatlar orqali yomon xayollarda chalg‘ishga harqancha urinmasin, uning farzandlari taqdiri haqidagi o‘ylar va ularning sog‘inchi tinch qo‘ymasdi. Ikki yil o‘tib u Mileva o‘z dugonalaridan biriga yozgan maktubida shunday yozgan edi:

> «*Men uchun Mitsa*[1] *bilan ajrashish hayot va mamot masalasi edi. Bizning birgalikdagi hayotimiz chidab bo‘lmas va hatto yurakni bezzilatadigan bo‘lib qoldi. Lekin men buning nimaga shunday bo‘lganini bilolmadim. Men o‘z farzandlarimni ham hijronga qo‘ydim. O‘tgan ikki davomida biz ular bilan ham alohida yashadik va men farzandlarimni ikki marta ko‘rdim xolos. O‘tgan bahorda biz Albert bilan kichik sayohatga chiqdik. Men chuqur iztirob bilan shuni angladimki, ular mening ajrashish borasida qilgan hatti-harakatlarimni oqlashmas va tushinishmas ekan. Farzandlarim qalblarida menga nisbatan jimgina sovuqchilik saqlab kelishmoqda. Menga og‘ir botsa hamki, bolalarim uchun yaxshisi otalari bilan ko‘rishmaganlari ma’qulroqdir*».

Bunday murakkab davrda Albert Eynshteyn muttasil ravishda, gravitatsiya va kvant mexanikasi haqida fikr yuritar va o‘z maslaklarini quyidagicha asoslashga urinar edi: «*Men hali-beri ishlar ekanman, nolimasligim kerak va nolimayman ham. Ish bu – mening hayotimga mazmun berib turgan yagona narsadir*». 1915 yilda e’tiboran, olim uchun maksimal aqliy safarbarlikni talab etadigan davrlardan biri boshlandi. Bu vaqtda uning atrofida uchta front ochilgan edi: Birinchi jahon urushi; Mileva bilan ajrashish; va uning Gyottingenlik matematiklar bilan, gravitatsiyaning geometrik nazariyasini kim birinchi bo‘lib tugallashi haqida ilmiy raqobat boshlangan edi.

[1] Albert Eynshteyn Milevani erkalab shunday atardi.

Gravitasiya va tezlanishning ekvivalentligi.

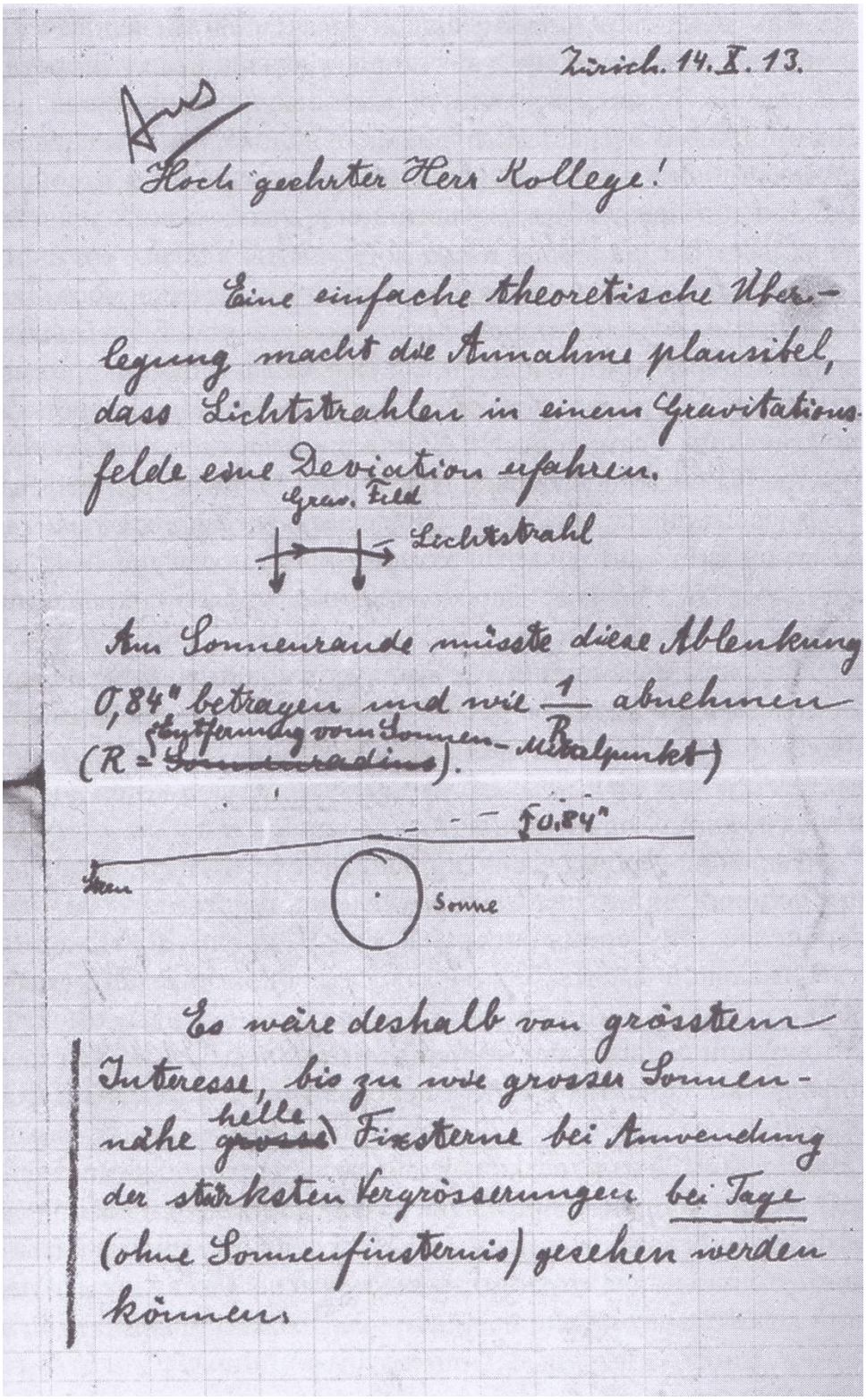
Umumiy nisbiylik nazariyasining oyoqqa turishidagi mashaqqatli ilm yo‘lida Albert Eynshteyn uchun, 1907 yil noyabrida porlagan ajoyib yo‘lchi yulduz hamroqhlik qildi. Keyinroq olim mazkur hodisani o‘z hayotidagi eng omadli g‘oya bo‘lgan deb baholaydi. Latifalarga ko‘ra, hammasi shotidan yiqilib tushgan bo‘yoqchi tufayli boshlangan ekan. Eynshteyn yiqilib tushgan bo‘yoqchi yoniga borib, uning ahvoli bilan qiziqqanida, u yiqilish jarayonida bir qisqagina lahza bo‘lib, unda bo‘yoqchi xuddi o‘zini havoda muallaq turgandek his qilganini aytgan ekan. Yillar o‘tib daho olim bu haqida quyidagicha xotirlagan edi: «*Erkin tushish davomida odam o‘z vaznini his qilmaydi. Men seskanib ketdim. Bu oddiy g‘oya mening qalbimda chuqur iz qoldirdi va meni gravitatsiya nazariyasi tomon yetakladi*».

Shu tarzda odamzot uchun gravitatsiya tabatini tadqiq qilish borasidagi yangi epizod yuzaga keldi. Avvaliga Galiley Piza minorasi ustidan yog‘och va qo‘rg‘oshin sharlarni tashlab ko‘rdi. Keyin Nyuton va uning mashhur olmasining navbati keldi. Vanihoyat katta sahnada Eynshteyn va bechora bo‘yoqchi paydo bo‘ldi.

Maktabda bizlarga gravitatsiya bu – bizni Yer sirtida tutib turuvchi ulkan kuch ekanligi uqtirilgan. Shuningdek, fazogirlar ham, Yer sayyorasi kabi ulkan jismlardan uzoqroqda, koinot qa’rida erkin va muallaq turishi, ya'ni, vaznsizlikka erishishi ta’kidlangan. Shunga ko‘ra, biz hammamiz ma’lum ma’noda fazogirlardirmiz. Agar biror mo‘jiza yuz berib, oyoqlarimiz ostida bir lahzada katta jarlik yuzaga kelganida edi, biz ham samolyotdan sakragan parashyutchi his qilgan hissiyotlarni boshdan kechirgan bo‘lar edik. Bunda Yer ham, o‘zaro tortishish kuchi ham aslida hech qayoqqa yo‘qolib qolmaydi. Lekin, biz vaqtincha o‘z vaznimizni his qilmay qolamiz. Qahva finjoni qo‘ldan tushib ketsa, u parcha-pacha bo‘lib sochilib ketadi. Agar aynan u qo‘limizdan chiqib ketgan lahzada oyoq ostimizda katta jarlik paydo bo‘lganida edi, finjon biz bilan yonma-yon tubsizlik tomon sho‘ng‘ib borar edi.

Berk makonda o‘tirgan odam, u kosmik kapsula ichida vakuumda muallaq o‘tiribdimi, yoki, gravitatsiya ta’sirida biror jism ustiga qulayaptimi – buni bila olmaydi. Agar u hamyonini olib, ko‘zlari sathida qo‘yib yuborsa, hamyon xuddi havoda muallaq turgandek joyida qolaveradi.

Umuman olganda, oyoq ostida to‘satdan paydo bo‘luvchi jarlik, yoki, berk makonda joylahgan odam haqidagi g‘avg‘olarga murojaat etish ham shartmas. Sakraganimizdan so‘ng, maksimal balandlikka erishiboq, keyin qisqa lahzalardagi erkin tushishdan bahra olishimiz mumkin. Batutda sakrab zavqlanayotgan bolakaylar, o‘z tanalarida his etayotgan vaznsizlik holatidan mazza qiladilar. Fazogirlarni parvozga tayyorlashda ham, NASA aynan ushbu fenomendan foydalanadi: 20 soniyalik vaznsizlikni ta’minlab berish uchun, KS-135 reaktiv samolyoti avvaliga yuqoriga parvoz qiladi va ketakli balandlikka erishgach, pastga sho‘ng‘iydi.



Zürich. 14. X. 13.

Hoch geehrter Herr Kollege!

Eine einfache theoretische Überlegung macht die Annahme plausibel, dass Lichtstrahlen in einem Gravitationsfelde eine Deviation erfahren.

Grav. Feld

Lichtstrahl

Am Sonnenrande müsste diese Ablenkung 0,84" betragen und wie $\frac{1}{R}$ abnehmen (R = Entfernung vom Sonnen-Mittelpunkt ~~Sonnenradius~~).

0,84"

Erde

Sonne

Es wäre deshalb von grösstem Interesse, bis zu wie grossen Sonnennähe helle ~~grosse~~ Fixsterne bei Anwendung der stärksten Vergrösserungen bei Tage (ohne Sonnenfinsternis) gesehen werden können.

Albert Eynshteyinning 1913 yil oktyabrida AQSHlik astronom Jork Elleri Xeylga yozgan xatining fotonusxasi. Bu maktubda olim, hamkasbiga «yorug‘lik nurlarining gravitatsion maydonda egrilanishi» mumkinligini ilmiy taxmin qilmoqda va Quyosh massasi misolida olib qaralsa, unga yaqin joyda ko‘rinadigan yulduzdan kelayotgan nurning egrilanishi 0.84″ gacha yetishini va bu egrilanish proporsional ravishda $\frac{1}{R}$ tarzida (bunda R nur va Quyosh markazi orasidagi masofa) kamayishini tushuntirmoqda. Bu g‘oya, 1919 yilda amaliy tajriba vositasida isbotlangan umumiy nisbiylik nazariyasining kurtagu sifatida baholanadi.

Biroq, gravitatsiyani yengib o‘tishning nojo‘ya ta’sirlari ham mavjud. Axir bekorga KS-135 yo‘lovchisi bo‘lgan fazogirlar bu samalyotni «qusdilyot»[1] deb atashmaydi. Bu esa, bizning oshqozonimiz – tezlanishning eng a’lo detektori ekanligini isbotidir.

Eynshteyn gravitatsiyadek tashqaridan mukammal ko‘rinadigan hodisaning ko‘zboylag‘ich o‘yinlarini ilg‘ab qoldi. Gravitatsiya va tezlanishning tarafkashligi istalgan massaga albatta yetib boradi. Lift kabinasida ekanmiz, har birimiz uning tezligining oshishi yoki, pasayishiga muvofiq, vaznimizning yengillashayotgani yoki, ortayotganini his qilamiz. Galiley tajribalariga qaytib, biz Dominikni, birorta ham lyuki bo‘lmagan kema tryumiga tashlab qo‘yamiz. O‘z navbatida tryum ham, hech qanday vaznga ega bo‘lmagan ulkan kosmik lift ichida joylashgan deb tasavvur qilamiz. Agar lift Dominikka o‘z massasini his qila oladigan darajadagi tezlanish bilan yuqorilasa, unda Galileyning sodiq shogirdi, o‘zini Yerdami yoki, koinotda ekanligini aniqlay oladi.

Eynshteynning omadli g‘oyasi, ko‘zboylag‘ichning fokusini eslatib yuboradi: tezlanish yordamida, gravitatsiyaning ortishini ham, uning kamayishini ham imitatsiya qilsa bo‘ladi. Bunday o‘ziga xos aloqadorlikni Eynshteynning o‘zi ***ekvivalentlik tamoyili*** deb nomlagan. 1905 yildan e’tiboran olimning o‘z oldiga qo‘ygan eng ulkan maqsadi, faqatgina bir xil tezlik bilan harakatlanayotgan jismlarni qamrab oluvchi maxsus nisbiylik nazariyasini, umumiy nisbiylik nazariyasigacha kengaytirish bo‘lib qoldi. Mukammal fizik nazariyada albatta tezlanish inobatga olingan bo‘lmishi kerak, Eynshteyn esa unga gravitatsiyani ham kitirmoqchi edi. Eynshteyn boshchiligida amalga oshitilgan relyatvistik inqilobdan keyin, butun olam tortishish qonunining matematik mexanizmining ancha oxori to‘kilib qoldi. Nyutonning mashhur tenglamasi bo‘lmish

$$F = G\frac{M_T \cdot m}{r^2}$$

formulaning ikkita muammosi bor edi.

Unga sinchiklab razm solmasdan ham, maxrajda massalar orasidagi masofani ifodalovchi ***r*** mavjudligini ochiq-oydin ko‘rish mumkin. Lekin, Lorents o‘zgartirishlariga binoan, biri harakatsiz turgan va ikkinchisi harakatlanayotgan kuzatuvchilarning har ikkisi, masofani turlicha qabul qiladi. Bunday har xillikni Nyuton formulasi bilan qanday umumlashtirish mumkin? Boshqa tomondan qarasak, Nyuton formulasida vaqt kattaligi umuman yo‘q. Ya'ni, kuchning ta’siri, oniy hisoblanadi. Biroq, agar ***m'*** dan ***m*** ning uzoqlashayotgan bo‘lsa, unda kuchning ta’siri ham o‘zgarib turadi. Bu esa, relyativizmning, hech nima yorug‘likdan tezroq harakatlana olmaydi qabilidagi eng asosiy uqtirishiga ziddir. Tezlanish hamda, gravitatsiyaning ekvivalentligini fahmlab qilgan Eynshteyn, birvarakayiga ikkita

[1] Inglizcha *Vomit Comet.*

muammoni hal qilishi mumkinligini anglab yetdi: agar u nisbiylik nazariyasiga tezlanishni olib kira olsa, unda gravitatsiya ham nazariyaga o‘zidan-o‘zi kirib keladi.

Ko‘tarilish kuchlari

Savolni chuqurroq tahlil qilib ko‘rib, Eynshteyn, berk makonda o‘tirgan odam, baribir o‘zining muallaq turgan-turmaganligini aniqlay olishini tushundi. Buni isbotlashga urinib ko‘ramiz. Faraz qilamizki, odam o‘z kissasidagi hamma narsani: hamyonini, dastro‘molini, kalitlari dastasini, qo‘l telefonini va ho kazolarni chiqarib tashlasin va o‘z atrofida joylashtirsin. Uning hamyoni boshi ustida muallaq turadi; shu singari, dastro‘mol o‘ngda, kalitlar chapda, qo‘l telefoni esa, oyoqlari ostida muallaq tiradi. Demak, bu odam bilan, Yerga tomon erkin tushish davomida, hamda, koinotdagi vaznsizlik holatodagi muallaq turishda nima hodisa yuz beradi?

1) Erkin tushish davomida:

Avvaliga Nyutonga murojaat etamiz: Yerning boshqa bir katta massali jismni tortish kuchi ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsionaldir:

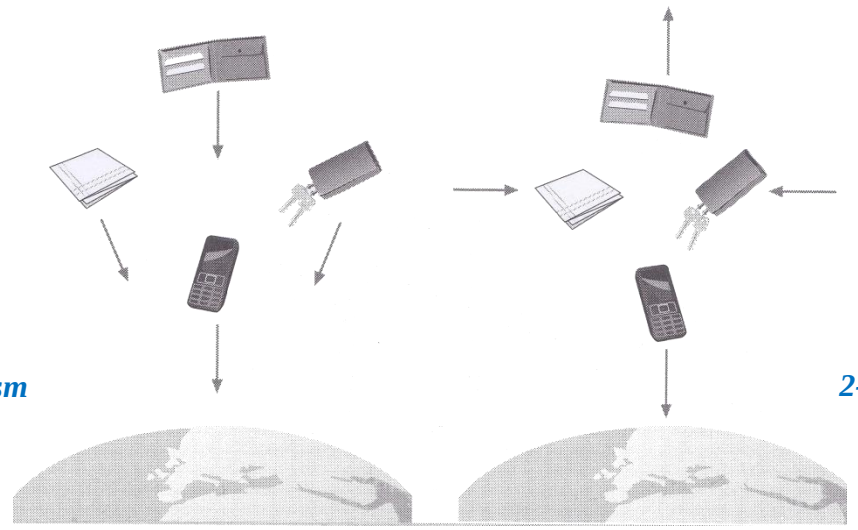
$$F = G\frac{M_T \cdot m}{r^2}$$

bunda: ***G*** – gravitatsiya doimiysi bo‘lib, u $6.67 \cdot 10^{-11}$ $m^3 \cdot sm^{-2} \cdot kg^{-1}$ ga teng; ***M*** – Yerning massasi; ***m*** – Yer bilan tortishayotgan boshqa jism massasi; ***r*** – Yer va u bilan tortishayotgan jism orasidagi masofa.

Hamyon o‘z egasi bo‘lgan odamga nisbatan Yerdan biroz yuqoriroqda turibdi va shu sababli u kamroq kuch bilan tortiladi. Dastro‘mol va kalitlar bilan nima yuz beradi? Tortishish massa markazi tomon yo‘nalganligi boisida, biz sanagan har to‘rtala buyumlarning orasini bog‘lovchi chiziqlar, o‘zaro paralell bo‘lmaydi. Pastga tushish boshlanishi bilanoq, hamyon va qo‘l telefoni Yerga shiddat bilan tusha boshlaydi, dastro‘mol va kalitlar esa, yerga ikki tarafdan yaqinlashadi (1-rasm). Ba’zan bu jarayonni tushuntirish uchun, dengiz qirg‘oqlaridagi suv ko‘tarilishlarini misol qilib keltiriladi. Chunki, ushbu ko‘tarilishlarni ham aynan o‘sha tortishish kuchi vujudga keltiradi.

2) Koinotda:

Buyumlar o‘zlarini yuqorida keltirilgan tarzda tutishlari uchun Yer bilan yaqinlik kerak bo‘ladi. Bu holda bizning tasavvurimizdagi tajriba qahramoniga Yerga og‘riqli qo‘nish, aniqrog‘i Yerga kelib urilishga avvaldan tayyorlangani ma’qul.



1-rasm *2-rasm*

Qisqa muddat davomida hamda, hech qanday axborotgan ega bo‘lmay turib, odam o‘zining katta tezlik bilan erkin tushmoqdami, yoki, nol daraja gravitatsiya bilan muallaq turibdimi – buni anglay olmaydi. Shunga o‘xshash hissoyotni yuqoriga sakrash vaqtida ham tuyish mumkin: traektoriyaning eng yuqori nuqtasida, qulash va vaznsizlikni faqrlashning imkoni yo‘q. Ekvivaletnlik tamoyili ham aynan mana shu ikkiyoqlamalikka asoslangan. Lekin, biroz kutilsa, baribir, ertami-kechmi, vaznsizlikda ham ideal holatdan og‘ish boshlanadi. Geometriyani yodga olamiz: uncha katta bo‘lmagan o‘lchamlarda biz Yerning shaklining sharsimom yoki, yassi ekanligini bila olmaymiz. Lekin olis masofalarda va katta o‘lchamlarda, Yerning sharsimon ekanligidan, uning ustida to‘g‘ri chiziqning og‘ayotganligini va u egrilanib, yoy ko‘rinishiga kelayotganini ilg‘aymiz. Aynan ushbu o‘xshashlik, gravitatsiyaning nisbiylik nazariyasiga tadbiq etilishi uchun kalit vazifasini bajarib berdi.

Ko‘r qong‘iz yer sirti bo‘ylab o‘rmalab borar ekan,
u o‘zi bosib o‘tgan yo‘lning egri chiziqli ekanini bilolmaydi.
Menga esa, bu narsani bilish baxti nasib etdi.

Eynshteynning o‘z o‘g‘li Eduardga qarata,
o‘zining nega bunchalik mashhurligi haqidagi savolga bergan javobi.

1912 yil oktyabrida Eynshteyn Pragadan Syurixga qaytib kelishi bilanoq, do‘sti Marsel Grossmanga xat yo‘lladi: «*Sen menga yordam berishing kerak, bo‘lmasa aqldan ozaman*». Talabalik yillarida Grossman Albertga qoldirilgan darslarga oid konspektlarni berib turardi; u shuningdek, oliygohdan keyin ham do‘stini amalda qashshoqlikdan qutqargan ishga, ya'ni, patent idorasidagi sinovchilik lavozimiga joylashuvida ham asosiy ko‘makchilik qilgandi. Endilikda Grossman ilm-fan olamida noyevklid geometriyasi bo‘yicha nufuzli olimga aylangan. Noyevklidshunos Grossman, qadrdon do‘sti va endilikda nufuzi tobora ortib borayotgan fizik Albert Eynshteynning taklifini bajonudil qabul qildi va ular birgalikda, quyida siz va biz ham nazar tashlaydigan olamga – sirt yuzalar olamiga diqqat qarata boshlashdi.

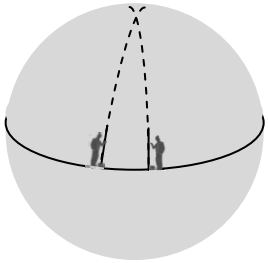
Sirt anatomiyasi.

Agar ikkita odam tekislik yuzasida, biror to‘g‘ri chiziqqa perpendikulyar to‘g‘ri chiziqlar chiza boshlashsa, ular chizgan to‘g‘ri chiziqlar o‘zaro paralell bo‘ladi va ular hech qachon kesishmaydi. Lekin, o‘sha ikkala odam, shar ekvatorida joylashgan bo‘lsa, hammasi boshqacha bo‘lib ketadi. Sferaning o‘lchamlariga bog‘liq ravishda, ular chizgan to‘g‘ri chiziqlar ertami-kechmi, baribir albatta o‘zaro kesishadi (1-rasm).

Sharning o‘lchamlari juda ulkan bo‘lsa, uzoq vaqt obaynida uni ustida yurganlardan hech kim, yuzaning tekis emasligini anglay olmaydi. Ona sayyoramizga koinotdan nazar tashlash imkoni mavjud bo‘lgan bugungi kunimizda, uning sfera shaklida ekanligi qandaydir, tushunarli, aslida ham shunday bo‘lishi kerakdek tuyuladi. Biroq, yaxshi bilamizki, sayyoramizning shakli sferik ko‘rinishda ekanligini anglab yetgunicha, insoniyat minglab yillarni o‘tkazib yubordi. Ehtimolki, eng birinchi bo‘lib Yerning yassi emasligi haqida o‘ylay boshlagan insonlar, dengizlarda yulduzlarga qarab mo‘ljal olib kezgan dengizchilar bo‘lgan bo‘lisalar ajab emas. Paralell to‘g‘ri chiziqlar haqidagi tajriba, aslida Yer sirtida turgan odamga, o‘zi turgan jismning yassi yoki, shar shaklida ekaniligini aniqlash imkonini beruvchi deduktiv uslubdir. Ekvatorgan perpendikulyar to‘g‘ri chiziqlarni tortib borilsa, anchayin uzoq yurish kerak bo‘ladi. Bir qancha muddat va masofa ortda qolgach, chiziqlar o‘zaro yaqinlasha boshlaydi va qayerdadir bir-biri bilan kesishadi. Shu tarzda, sirtning sferik ekanligi ma’lum bo‘ladi. Lekin, bizda agar bunchalik olis va uzoq muddat bilan to‘g‘ri chiziq chizib borishga vaqt yetishmasachi? Axir, sfera hajmi juda ulkan bo‘lgan hollarda, ikkita to‘g‘ri chiziqlar juda uzoq muddat xuddi paralelldek tuyulaveradi va ularning yaqinlashib borayotganligini ilg‘ab bo‘lmaydi. Bu to‘g‘ri chiziqlardan olingan ikkita kesma ham ko‘p hollarda paralell bo‘lib chiqaveradi va ularning yordamida biz shar sirtida yashayapmizmi, yoki yassi shaklli jism ustidami – buni bilolmaymiz.

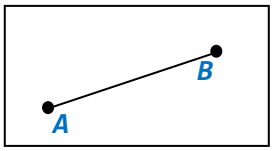
Qog‘oz ustida ikkita nuqtani belgilaymiz (2-rasm). Agar bu nuqtalarni eng qisqa yo‘l bilan bog‘lash kerak bo‘lsa, biz ularni, 3-rasmdagi singari, to‘g‘ri chiziq orqali tutashtiramiz. Biroq, shar sirtidagi ikki nuqtani tutashtiruvchi eng qisqa yo‘l, ular orasidagi to‘g‘ri chiziq emas, aksincha, 4-rasmdagi singari yoy shaklida bo‘ladi.

Bunday qisqa chiziqlarni *geodezik chiziqlar* deyiladi. Bunday chiziqlarni amalda istalgan yuzada, hattoki, juda murakkab geometriya tashkil qiluvchi sirtlarda ham o‘tkazish mumkin. Albatta, bunda geodeizik chiziqlarning shakli ham o‘zgarib ketadi (5-rasm).

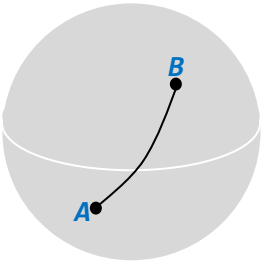


1-rasm

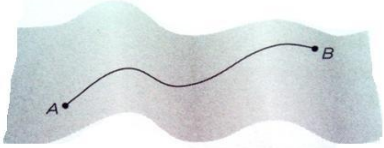
2-rasm



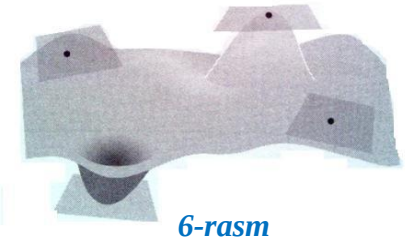
3-rasm



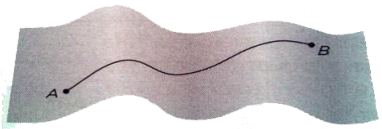
4-rasm



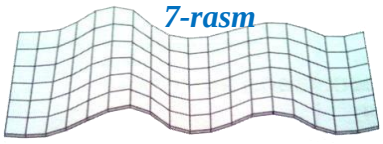
5-rasm



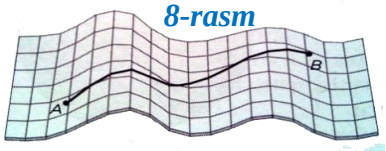
6-rasm



7-rasm



8-rasm



9-rasm

Eng murakkab sirt yizadagi istalgan nuqtaga biz doimo urinma teksilik orqali yaqinlashib borishimiz mumkin (6-rasm).

Operatsiyani ko‘plab nuqtalar orqali takrorlasak, yetarlicha tekis bo‘lgan har bir uchastkalar bo‘ylab, sirt yuzasiga ko‘plab tekisliklarni yotqizib chiqqanimizni ko‘ramiz. Agar relyef o‘ta notekis bo‘lsa, uning sirti ko‘plab mayda tekislikchalar bilan bilan qoplangan mozaikaga aylanadi.

Geodezik chiziqlar orqali o‘zaro bog‘langan ikki nuqtaga ega yuzani olamiz va uning sirtida tekisliklarni belgilab chiqishga urinib ko‘ramiz (7- va 8-rasmlar). Shunda biz, murakkab relyefli yuzaning sirti ko‘plab mayda tekisliklarga taqsimlanib ketishini va geodezik chiziqlar esa kichik-kichik to‘g‘ri chiziqlarning ketma-ketligiga aylanganini ko‘ramiz (9-rasm). Bunday murakkab relyef ustidagi bitta kichik tekislikcha chegarasi doirasida yashaydiganlar uchun olam doimo tekis (yassi) va geodezik chiziqlar ham hamma vaqt to‘g‘ri chiziqli bo‘lib qolaveradi. Mohiyatan olib qaraganda, chegaralangan makonda qamalib qolgan bunday mavjudot o‘zining tekis yuzada yashayotgan-yashamayotganligini bila olmaydi. Lekin, uning olam haqidagi bilimlari kengayib borishi asnosida, uning atrofidagi to‘g‘ri chiziqlar egrilanib boradi va murakkabroq geodezik chiziqlarga aylanadi. Bu vaziyat, erkin tushishdagi kabi noma’lulikni tushinishga yordam beradi. Unda ham, odam o‘zini qulayotganligini yoinki, vaznsizlik bilan muallaq turganligini bilib, anglay olishi uchun, anchayin uzoq muddat talab etilar edi. Eynshteyn, mazkur ikki holatlarning har birida, izlanayotgan haqiqat ayni bitta narsa ekanligini tushunib yetdi.

Sirt yuzalarning shaxsiy hayoti

Karl Fridrix Gauss (1777-1855) o‘zining tafakkur ko‘lami bilan Nyuton va Arximedlar bilan taqqosalnishi mumkin. Noyevklid geometriyasi va kompleks sonlar algebrasi singari uning eng muhim ahamiyatga ega bo‘lgan ilmiy ishlari, ilmiy munozaralardan holi bo‘lish uchungina nashr etilmagan. Gauss bu narsani o‘ziga ep ko‘rishi mumkin edi: uning bungacha nashrdan chiqargan ilmiy ishlarining o‘ziyoq, matematikada allaqachon inqilob yasash uchun yetarli bo‘lgan. Gaussning differensial geometriyaga oid g‘oyalarini Bernxard Riman umumlashtirgan. 1854 yilda u mazkur mavzuga oid ma’ruzasini o‘qib yakunlar ekan, quyidagi so‘zlar bilan xotima qilgan edi: «Bu aytilganlar bizni boshqa fanga – fizika tomonga yetaklaydi va biz hozircha bu yo‘nalishda bundan nari chuqurlasha olmaymiz». Riman to‘xtagan chegarani keyinroq Albert Eynshteyn kesib o‘tdi. Biroq unga koinot tuzilishi sirlarini anglashida eng beminnat xizmat o‘tagan matematik qurollarni shubhasizki, Riman ishlab chiqqan edi.

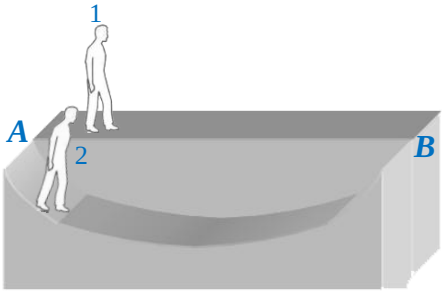
1912 yilning yozida u, oʻzining buyuk vatandoshi, matematiklar qiroli deb e’tirof etilgan olim Karl Fridrix Gauss tomonidan bayon qilingan sirt yuzalar nazariyasi, relyatvistik nazariya uchun gravitatsion ta’sirni tadbiq etish masalasiga kalit boʻlib xizmat qilishi haqida xulosaga keldi. Bu ochilish Eynshteynga iloji boricha tezroq matematik izlanishlar ummoniga shoʻngʻishga turtki berdi va uning fiziklarga hos ichki his-sezgilarini differensial geomtriyaning shakliy tiliga oʻgirish masalasida doʻsti Grossmanning yordami ayni muddao edi.

XIX asr boshlarigacha, chunonchi, Gaussning «Egri sirtlar haqida umumiy tadqiqotlar» asari nashrdan chiqqunigacha boʻlgan davlarda, ikki oʻlchamlik fazoni ham, xuddi tashqaridan nazar solgandek, uch oʻlchamli perspektiva nuqtai nazaridan qaralar edi. Gaussning ulkan xizmatlari shundan iboratki, u sirt yuzalar ummoniga shahsan shongʻib, yoʻlida uchragan turli muarkkab ilmiy muammolar uchun yechimlarni topib berdi. Ushbu xayoliy shongʻish, sirt yuzalarning asl ichki geometriyasini oʻrganishda birinchi qadam boʻlib, uning keyingi ildam va shahdam qadamlarini Gaussning shogirdlaridan biri boʻlmish Bernxard Riman (1826-1866) davom ettirdi.

Gap tekislik haqida borayotganida, undagi kichik bir boʻlakning xossalarini, shu boʻlakka oʻxshash boshqa boʻlaklar uchun ham tadbiq etish mantiqan toʻgʻridek koʻrinadi. Teksilikning bir jinsliligi, uning barcha qismlari oʻzaro aynan bir xil ekaligini bildiradi. Biroq, nisbatan murakkabroq muhitda, har bir yangi notekislik, yagi bir sanoq boshi sifatida namoyon boʻladi. Bunda biz balandilkar va chuqurliklarni farqlaymiz. Bunda qismlardan birining xossalarini boshqasi uchun aynan deb tadbiq qilishning imkoni yoʻq. Shunga koʻra, yuzaning ichki strukturasini toʻliq ifodalash uchun, uning butun maydonining xaritasini hosil qilishimiz lozim boʻladi.

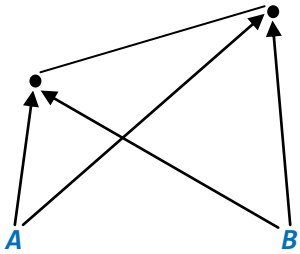
Bu vazifani uddalash asnosida Gauss, agar yuzadagi biror nuqtani olib, undan tasodifiy yoʻnalishda uzoqlashib borsak nima sodir boʻlishi bilan qiziqib koʻrdi. Masalan biz bu narsani, uydagi pol singari tekis yuzada bajarsak, qanday yoʻnalishda harakatlanmaylik, bosib oʻtgan yoʻlimiz doimo turgan joyimizdan nuqtagacha boʻlgan masofaga teng boʻladi. Lekin qiya va egrilikalarga ega boʻlgan joyda esa, hammasi butunlay oʻzgarib ketadi. Aytaylik oʻngga tomon harakatlanib, biz pastlikka qiyalab ketishimiz, aksincha chapga yursak esa, tik nishablikka koʻtarila boshlashimiz ehtimol. Misol tariqasida, keyingi sahifadagi rasmda tasvirlangan ikkita odamning vaziyatini koʻrib chiqamiz. Ularning har ikkalasi ham ***A*** nuqtadan boshlab yoʻlga chiqib, nariroqda joylashgan ***B*** nuqta tomon harakatlanmoqda. Birinchi odam tekis yuzada toʻgʻri chiziq boʻylab harakatlanmoqda. Ikkinchisi esa, pastlik qiyaligi orqali yoʻnalmoqda. ***A*** nuqtdan ***B*** nuqtaga yetib borishi uchun, ikkinchi odam, joyniong geometrik egriligi hisobiga nisbatan koʻproq, toʻgʻriroq aytsak, uzoqroq yoʻlni bosib

o‘tishi lozim bo‘ladi (10-rasm). Demak, ularning har biri uchun *A* dan *B* gacha bo‘lgan masofa turlicha bo‘ladi.



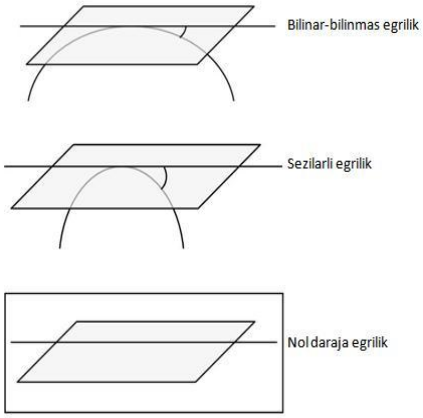
10-rasm

Gauss yangi matematik funksiya bo‘lmish *metrika* funksiyasini joriy etdi (u ***g*** harfi bilan belgilanadi). Bu funskiya bizga, aysi yo‘nalishda harakatlanayotganligimizga ko‘ra,nuqtagacha bo‘lgan masofani ko‘rsatib turadi. Sizga yuqorida aytilganlardan ham tushunarliki, notekis yuzada, nuqtadan boshlab olinadigan ushbu axborot o‘zgarib turadi.



11-rasm

Metrikani sirt yuza tuzilishi haqida axborot beruvchi qo‘llanma sifatida qarash mumkin, chunki u bizni qiziqtiradigan barcha ma’lumotlarni o‘zida jam etadi. Makonni nisbatan yuqoriroq o‘lchamdan turib qarar ekansan, uning notekisliklari qurollanmagan ko‘z uchun ham tobora yaqqol namoyon bo‘la boshlaydi. Metrik funksiya esa, bizga notekisliklarni, sirt yuzasida turgan holda ham baholay olish imkonini beradi.



12-rasm

Sirt yuzaning geometrik xossalari har qanday koordinataar tizimiga bog‘liq bo‘lmasligi kerak, xuddiki, biz yangiliklarni qaysi bir tilga tarjima qilmaylik, uning mazmuni aynan bir narsa haqida bo‘lishi shart ekanligi singari. Ikkita nuqta orasidagi masofa – tarjima qilinganida ham o‘zgarmaydigan axborot, ya'ni, koordinatalar o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lmagan parametrdir. 1 va 2 nuqtalar, ***A*** va ***B*** dan turlicha masofalarda joylashmoqda. Lekin ular orasidagi masofaning o‘zi esa o‘zgaramyotir, ya'ni, algebra tilida aytadigan bo‘lsak, bu masofa invariantdir (11-rasm). Metrik funksiya yordamida istalgan ikki nuqta orasidagi masofani aniqlash mumkin. U shuningdek boshqa invariantlarni, masalan, egrilikni, ya'ni, sirt yuzasi, yevklid teksiligiga nisbatan qanchalik og‘ishga ega ekaniligini ifodalovchi kattalikni aniqlash imkonini ham beradi (12-rasm).

Invariantlar, makonning obyektiv xossalarini ifodalaydi va ular yuzani ifodalash uchun tanlangan nuqtai nazarga bog‘liq bo‘lmaydi. Bu xossa, Eynshteyn uchun ikkinchi bir o‘ta qiziqarli o‘xshashlikni taklif etdi. U, «nisbiylik tamoyili, biri ikkinchisiga nisbatan tezlanayotgan tizimlar uchun ham o‘rinli bo‘ladimi?» - degan savol bilan qiziqib qoldi. Boshqacha aytganda, nisbiylik tamoyili agar doimiy tezlikka ega tizimlar uchun o‘rinli ekan, u unda o‘zgaruvchan tezlikka ega tizimlar uchun ham o‘rinli bo‘ladimi? Yodingizda bo‘lsa, nisbiylik nazariyasining postulatlaridan biri quyidagicha yangrar edi: «Harakat bir tekis bo‘lgan har qanday sanoq tizimlarida, fizika qonunlarining barchasi bir xil ko‘rinishda bo‘ladi». Bu postulat «Egrilik va masofa singari invariantlar, istalgan koordinatalar tizimida bir xil bo‘ladi» qabilida

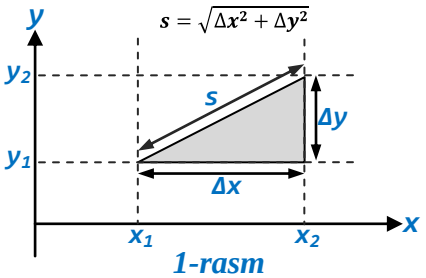
uqtirish beruvchi geometrik tamoyil bilan bog‘liqlikka egadek tuyuladi. Aynan shu g‘oyat o‘xshashlik, Eynshteynning fizika va geometriya chegarasiga o‘ta yaqin kelish imkonini berdi.

Metrik funksiyaning yasalishi

Metrik funksiyani yasash uchun Gauss ishni avvalo sirt yuzada joylashgan va koordinatalari cheksiz kichik miqdorga ko‘ra farq qiladigan ikkita tasodifiy nuqtalarni tekshirishdan boshladi. Masofa haqidagi eng elementar tushunchalarni, Pifagor teoremasidan olish mumkin (1-rasm). (x_1;y_1) va (x_2;y_2) nuqtalar orasidagi masofani ixtiyoriy ravishda kichiklashtira olishimizni tasvirlash uchun, biz Δx belgilashni (o‘lchanadigan kattalik) dx kattalikka (differensial kattalik) almashtiramiz (2-rasm). Bunday belgilash, x va y o‘qlar o‘zaro perpendikulyarlikdan chetlasha boshlaganida yoki, o‘lchov egrilangan sirtda, aytaylik, shar sirtida bajarilayotganida o‘z ma’nosini yo‘qotadi (3-rasm).

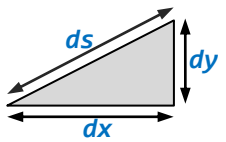
$$s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$$

$$s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

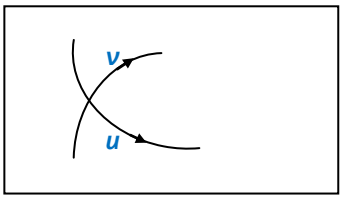


1-rasm

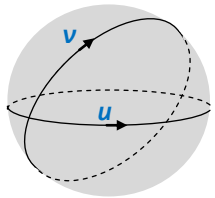
$$s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$$



2-rasm



3-rasm



Nazariyaning qamrov doirasini kengaytirish maqsadida, Gauss yanada umumiyroq bo‘lgan $\boldsymbol{u}$ va $\boldsymbol{v}$ koordinatalar bilan ish olib borib, ($\boldsymbol{u}$, $\boldsymbol{v}$) hamda, ($\boldsymbol{u+du}$, $\boldsymbol{v+dv}$) cheksiz kichik miqdorlar bilan ifodalanuvchi ikki nuqta oraliq masofasining kvadrati,

$$\boldsymbol{ds^2 = \mathrm{E}(u,v)du^2 + 2\mathrm{F}(u,v)du \cdot dv + \mathrm{G}(u,v)dv^2}$$

formula bilan aniqlanishini topdi; bu yerda: E, F, va G – koordinatalar funksiyasi.

Uzunlikni o‘lchash uchun, egri chiziqning butun uzunligi bo‘ylab, ikki nuqta orasidagi $\boldsymbol{ds^2}$ chekzis kichik miqdorlarni o‘zaro ko‘paytirib chiqish kifoya qiladi. Bernxard Riman sirt yuzalarni ikki o‘lchamli tarzda tadqiq qilish bilan cheklanib qolmasdan, balki, Gauss tomonidan qo‘yilgan masalani yanada kengroq yoydi: u o‘lchamlar sonini istalgan miqdorgacha ko‘paytirdi. Bu holda: $ds^2 = \sum_{i,j}^{n} g_{i,j}\, dx_i dx_j$ bo‘ladi va bunda $\boldsymbol{n}$ – istalgan natural son bo‘lishi mumkin.

$\boldsymbol{g}$ - koordinatalar funksiyasi bo‘ladi. Demak, ikkita yaqin nuqtlar oraliq masofasi $\boldsymbol{ds^2}$, bizning sirt yuzasi bo‘ylab harakatlanishimiz va uning notekisliklarini aniqlab borishimiz yo‘nalishida, kichrayib, yoki, kattalashib boradi.

Agar Gaussning ifodasini, Riman taklif etgan tarzda umumlashtirsak, quyidagilarga ega bo‘lamiz:

$\boldsymbol{n}$=2, $\boldsymbol{x}_1$=u, $\boldsymbol{x}_2$=v,

$\boldsymbol{g}_{12}=\boldsymbol{q}_{21}=\boldsymbol{F}$ $\boldsymbol{g}_{11}=\boldsymbol{E}$ $\boldsymbol{g}_{22}=\boldsymbol{G}$

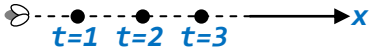
Metrik funksiya $\boldsymbol{g}$ ning to‘plami relyefning notekislikda o‘z aksini topadi. Uni, n^2 elementlardan tashkil topgan kvadrat matritsa ko‘rinishida keltirish mumkin:

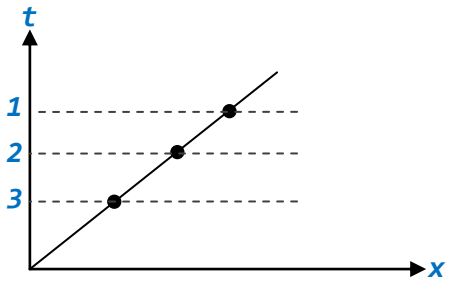
$$\begin{pmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ g_{n1} & g_{n2} & & g_{nn} \end{pmatrix}$$

Maxsus nisbiylik nazariyasidan – umumuy nisbiylik nazariyasi sari.

Eynshteyn g‘oyalarining Gauss tilida bayon qilinishi uchun zamin yaratgan inson – olmon matematigi German Minkovskiy (1864-1909) bo‘ladi. U maxsus nisbiylik nazariyasi uchun, zamon va makon uyg‘unligini geometrik ifodalashda qo‘l keluvchi to‘rt o‘lchamli psevdoyevklid fazoni taklif qildi. Minkovskiy bayon qilgan g‘oyalarida biroz g‘ayritabiiylik mavjud edi. Chunonchi u: «*Bundan biyog‘iga endi zamon va makon alohida-alohida qaralishi ikkinchi planga o‘tadi va faqat ularning yaxlit uyg‘unligigina real mustaqil voqe’lik sifatida qaraladi*». U shunga o‘xshash vaziifani avvalroq, uch o‘lchovli makon koordinatalari – chuqurlik, kenglik va balandlik uchun ham bajargan edi.

Aa\gar gorizontal chiziq bo‘ylab uchib borayotgan pashshani tasavvur qilsak, uning harakatini, muayyan vaqt intervallari oralatib olingan oniy suratlar vositasida tasavvur qilish mantiqan to‘g‘ri bo‘ladi. Hashoratni shuningdek, ikki o‘lchamli tekislikda diagonal bo‘ylab ko‘chayotgan nuqta tarzida ham tasavvur qilish mumkin, bunda ***t*** va ***x*** o‘xshash o‘zgaruvchilardir.





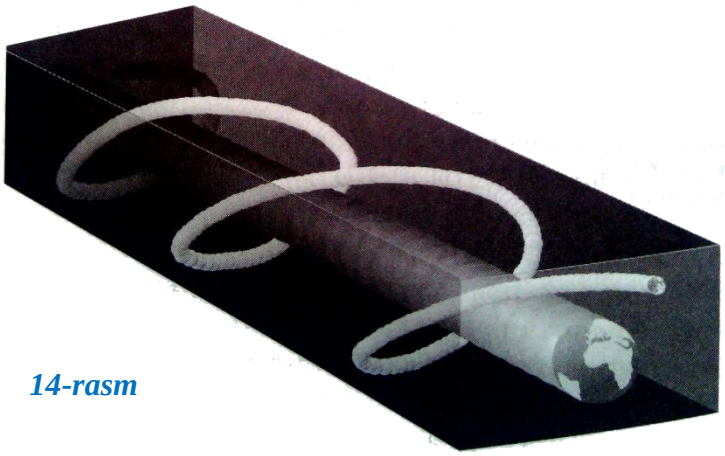
Jismlarning vaqt mobaynida fazo bo‘ylab harakatlanishi mohiyatan – to‘rt o‘lchamli giperyuza bo‘ylab ko‘chishning aynan o‘zi bo‘lib, bunda harakat davomodagi har bir hodisa uchun, Yevklid fazosining uch koordinatasi bilan birga, to‘rtinchi – vaqt koordinatasi ham taaluqli bo‘ladi. Ushbu konspetual sakrashdan so‘ng, erkin tushish va vaznsilikdagi muallaq turish orasidagi, hamda, egri sirt yuzasi va unga urinma tekislik orasidagi o‘xshashliklar, endilikda shunchaki oddiy o‘xshashlik bo‘lmay qoldi. Geodezik chiziqlar va metrik funksiyaning invariantlari, bir zumda fizik mohiyat kasb eta boshladi.

Matematik uchun geodezik chiziq – statik xarakterga ega bo‘lib, u shunchaki qog‘ozdagi oddiy chiziq singaridir. Biroq, Minkovskiyga ko‘ra, fazoning (makonning) to‘rt o‘lchamlari ichida vaqt ham mavjud: bu esa geodezik chiziqlarga dinamika bag‘ishlaydi va endilikda ular trayektoriyaga aylanadi. Vaqt koordinatasi hodisaning shunhcaki nuqtasini emas, balki uning sanoq tizimi bo‘ylab koordinatalarining o‘zgarishini ham ifodalaydi.

Lekin, aksincha nuqtai nazar – geometriyadan fizikaga nigoh tashlash ham mumkin. Oyning o‘z orbitasidagi ikki o‘lchamli tasvirini ko‘rib chiqamiz (13-rasm).

Yer va Oydan iborat tizimning ikki xil yassi tasviri. Ularda fazo faqat ikkita o‘lchamda tasvirlanadi. Ikkinchi (14-rasm) tasvirda esa, o‘lchamlar qatoriga vaqt ham kirmoqda.

13-rasm



14-rasm

Agar biz Oyning vaqt o‘tishi bilan sayyoramiz atrofida aylanish harakatini tasvirlamoqchi bo‘lsak, unda tabiiy yo‘ldoshning aylanish yo‘nalishini chizib chiqishimiz zarur bo‘ladi. Bunda Oy har kuni (aslida har soniya) sayin o‘z harakatini o‘zgartirib boradi. Vaqtni fazoning xarakteristikalaridan biri sifatida qabul qilib, biz Oyning Yer atrofidagi harakatining uch o‘lchamli tasvirini hosil qilamiz (14-rasm).

Minkovskiy yangi ***xususiy vaqt*** tushunchasini taklif etdi va uni yunoncha τ harfi bilan belgiladi. Bu kattalik jismning ikkita holati orasini emas, balki, unga taa’luqli bo‘lgan ikkita hodisa orasini ifodalaydi. Koordinatalarning har bir to‘plami tarkibiga, fazoga (makonga) taaluqli bo‘lgan uchta koordinatalar bilan birga, vaqtni ifodalovchi to‘rtinchi koordinatani ham albatta kiradi. Bu orqali muayyan hodisaning *qayerda* va *qachon* sodir bo‘lgani aniqlanadi.

Bir nuqtadan boshqasi tomon harakatlanib, biz o‘zimizda to‘rt o‘lchamli iz – olam chizig‘ini qoldiramiz. Bizning hayotimizni ham, Minkovskiy fazosi bo‘ylab bir-biri bilan o‘zaro bog‘liq bo‘lgan voqea va joylarning ketma-ketligidan iborat harakatlanish trayektoriyasi sifatida qarash mumkin. Fizik olim Georgiy Gamovning xotiralar kitobi ham aynan shunday nomlanadi: «*Norasmiy tarjimai hol: mening olam chizig‘im*».

Avvalgi bobda biz, o‘z sezgilarimiz orqali olamni idrok qilish qobiliyatimizning qay darajada nisbiy va o‘zgaruvchan ekanligini ko‘rib o‘tgan edik. Bir sanoq tizimidan boshqasiga o‘tish orqali nisbiylikning ko‘zguli labirinti olamiga qadam qo‘yar ekanmiz, bunda vaqt va masofa xossalari o‘zlarini xuddi syurrealistik film effektlari singari tuta boshlaydi. Ular cho‘ziladi, egiladi va jipslashib ketadi. Harakatlnayotgan jismlar ham siqilishga uchraydi va o‘z soat vaqtini sekinlashtiradi. Lekin, shunga qaramay, xususiy vaqt esa o‘zining barcha sabab-oqibatlarini saqlagan holda, amalda masofa sifatida qolaveradi. Shu tarzda, xususiy vaqt bu – istalgan sanoq tizimidagi istalgan kuzatuvchi uchun aynan bir xil axborotni taqdim etadigan invariantdir.

Minkovskiyning metrik funksiyasi

Agar Yevklid fazosida ikkita o‘zaro yaqin nuqta orasidagi masofaning kvadrati $\boldsymbol{ds^2=dx^2+dy^2+dz^2}$ tarzida aniqlansa, Minkovskiy fazosida esa, shu singari kvadrat $\boldsymbol{ds=dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2}$ ko‘rinishida bo‘ladi.

Yorug‘lik tezligi bo‘lmish $\boldsymbol{c}$ ni (Xalqaro birliklar tizimiga ko‘ra uning o‘lchov birligi m/s), vaqt $\boldsymbol{t}$ ga (soniya) ko‘paytirilganda, to‘rtinchi o‘zgaruvchi ham, fazo va vaqt bilan bir xil o‘lchamlilik kasb etadi. $\boldsymbol{ds^2}$ kattalik invariantdir. Biz uni har ikkala (x,y,z,t) va (x′,y′,z′,t′) koordinatalar sistemasida o‘lchasak ham, aynan bir xil natija olamiz:

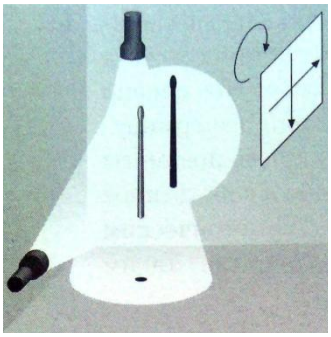
$$\begin{matrix} ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2 \\ ds'^2 = dx'^2 + dy'^2 + dz'^2 - c^2dt'^2 \end{matrix} \Longrightarrow ds^2 = ds'^2$$

Har ikkala koordinatalar tizimini $\boldsymbol{ds^2=ds'^2}$ tenglama bajariladigan qilib birlashtirsak, biz Lorents tenglamalari sari chiqib boramiz. $\boldsymbol{ds^2}$ formuladan metrik funksiya chiqaramiz:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -c^2 \end{pmatrix}$$

Bu holatda $\boldsymbol{g}$ ning doimiy qiymatli tashkil qiluvchilari hech qanday egrilik va notekisliklarga ega bo‘lmagan tekislik hosil qiladi. Uning geodezik chiziqlari to‘g‘ri chiziqli bo‘lib, lekin, vaqt koordinatasining ishorasining o‘zgarganligi sababli, endilikda ular zamon-makonga tegishli ikkita nuqtalarning orasidagi eng qisqa masofaga emas, balki, eng uzun masofaga taaluqli bo‘ladi.

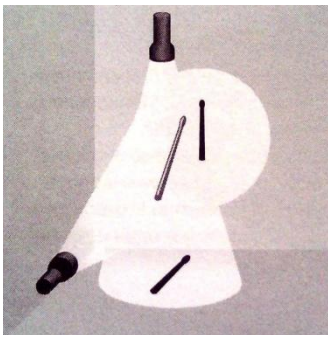
Bayon qilinganlarni mufassalroq ko‘rib chiqish uchun, uch o‘lchovli paraboladan foydalanmiz. Buning uchun devor yaqiniga qalamni vertikal holatda o‘rnatib, uni ikki tarafdan: yondan va ustidan yoritish beramiz. Qalamnig yuqoridan yoritayotgan chiroq nurlaridan hosil bo‘ladigan poldagi soyasi, nuqta ko‘rinishida bo‘ladi. Vertikal yoritish tufayli esa, qalamning devorga tashlaydigan ko‘lankasi, qalamning o‘ziga o‘xshash bo‘ladi (15-rasm).



15-rasm

Agar endi biz qalamni (ikkita yorug‘lik manbai tomonidan berilayotgan tekislik bo‘ylab) qiyshaytirib egishni boshlasak, poldagi soya o‘sishni boshlaydi va aksincha, devordagi soya esa – qisqaradi (16-rasm).

Qalamni gorizontal holga keltirsak, biz boshlang‘ich holatning teskarisi bo‘lgan vaziyatni ko‘ramiz: devordagi soya nuqta shaklida, poldagisi esa qalamning o‘zining shaklida bo‘ladi (17-rasm).



16-rasm

17-rasm

Bundan shunday fikr berish mumkinki, pol va devor bu – ikki o‘lchamli fazolar bo‘lib, undagi kuzatuvchilar, qalamning qanday qisqarayotganini (fazoda) va cho‘zilayotganini (vaqt bo‘yicha) ko‘radilar. Biz esa, Lorents siqilishning va vaqt bo‘yicha cho‘zilishning geometrik izohini oldik. Bizning ikki o‘lchamli yuzalarimizdagi kuzatuvchilar qalamning uzunligi harakat davomida o‘zgarayotganligini ko‘rib xavotirga tusha boshlashlari mumkin. Biroq, ular mavjud hodisotning uch o‘lchovli matematik modelini hosil qilib, kuzatayotgan narsalari illyuzor voqe’lik ekanligini xulosalashlari ham mumkin. qalamning harakati davomida faqat uning pol va devordagi soyalarining o‘lchamlari o‘zgaradi. Qalamning o‘z uzunligi esa fazodagi ko‘p sonli o‘lchashlarning barchasida o‘zgarishsiz saqlanadi.

Bizning misollarimizda ham ikki o‘lchamli, ham uch o‘lchamli fazolar qo‘llanmoqda. Shunga qaramay, Minkovskiy fazosi yana bir parametrga ehtiyoj sezadi: zamon va makonning egrilanishi to‘rtta koordinatalar orqali ifodalanadi. Ikkala kuzatuvchining natijalarini taqqoslaganda shuni e’tiborga olish kerakki, ulardan biri uchun makon bo‘lib ko‘ringan narsaning bir qismi, ikkinchisi uchun vaqt bo‘lib ko‘rinadi va aksincha. Bu holatni matematik tenglamalar yoki, o‘xshashlik orqali ifodalab tasvirlash mumkin, lekin, unga intuitiv ravishda deyarli kelib bo‘lmaydi.

Minkovskiyning to‘rt o‘lchamli fazo-vaqti muayyan mavhumlikka ega bo‘lib, unda jismlar doimiy o‘zgarmas tezlik bilan harakatlanishi taqozo etiladi. To‘rt o‘lchamli fazoda tezlanishga ega bo‘lmagan jismlar nuqta yoki to‘g‘ri chiziq ko‘rinishida tasvirlanadi. Gravitatsiya va tezlanishning jarayonga kirib kelishi bilan, bu to‘g‘ri chiziqlar egrilanadi va o‘zini sfera ustiga chizilgan ikkita paralell to‘g‘ri chiziqlar singari tuta boshlaydi. Ikki o‘lchamli olamning to‘g‘ri chizig‘i, sharni qamrab olarkan, yoy ko‘rinishini oladi, maxsus nisbiylik nazariyasidagi to‘g‘ri

chiziqli trayektoriyalar esa, tezlanishning paydo bo‘lishi bilan, umumiy nisbiylik nazariyasi olamida geodezik egriliklarga aylanadi.

Egrilangan yuzada biz nuqta yon atrofini urinma tekislik orqali ifodalashimiz mumkin. bu uslub, kichik o‘lchamda bo‘lsa hamki, harholda biz uchun, erkin tushishdagi jismning trayektoriyasini fizik nuqtai nazardan tasvirlash imkonini beradi. Aniqlik darajasi makonning egriligiga bog‘liq holda (boshqacha aytganda, jismga ta’sir qilayotgan tezlanishga bog‘liq tarzda) ko‘proq yoki kamroq bo‘ladi.

Umumiy nisbiylik nazariyasi Minkovskiy fazosini o‘ziga tortib oldi va uni egrilantirdi. Bu nima uchun sodir bo‘ldi? Buning sodir bo‘lishining sababi, jismning massasi mavjud ekanligidadir. Fazoda (makonda) qancha katta materiya (yoki, energiya) mavjud bo‘lib turgan bo‘lsa, u (yani, fazo) shunchalik ko‘p egrilanadi. Amerikalik fizik Jon Uiler aytganidek, «*Gravitatsiya – fazoda ta’sir qiluvchi begona kuch emas, balki, muayyan massa mavjud bo‘lgan joydagi fazo geometriyasining ifodasidir*».

Biz endi umumiy nisbiylik nazariyasining mohiyatini ikkita tasdiq orqali keltirishimiz mumkin:

- **To‘rt o‘lchamli gravitatsion maydondagi jismning trayektoriyasi geodezik chiziq shaklini oladi**;

- **Massaning mavjud ekanligi va to‘rt o‘lchamli fazo geometriyasining shakli orasidagi nisbat quyidagi formula bilan ifodalanadi**:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} \cdot R = -8\pi G T_{\mu\nu}$$

Bu formulani yana o‘sha Uilerning e’tirofi orqali yanada oson, o‘zimiz uchun tilga o‘giramiz: «*Fazo materiyaga qanday harakatlanishni aytadi, materiya esa fazoga qanday egrilanishni aytadi*». Tenglamaning chap tarafidagi $\boldsymbol{g}$ ni biz metrik funksiya bo‘lmish $\boldsymbol{g}_{\mu\nu}$ orqali aniqlaymiz. $\boldsymbol{R}_{\mu\nu}$ singari $\boldsymbol{R}$ ham, $\boldsymbol{g}$ orqali shakllantiriladigan matematik konstruksiyalardir. Bu invariantlar fazoning har bir nuqtasidagi egriligini o‘lchash orqali, uning Minkovskiy fazosiga nisbatan qanchalik og‘ayotganligini o‘zida aks ettiradi.

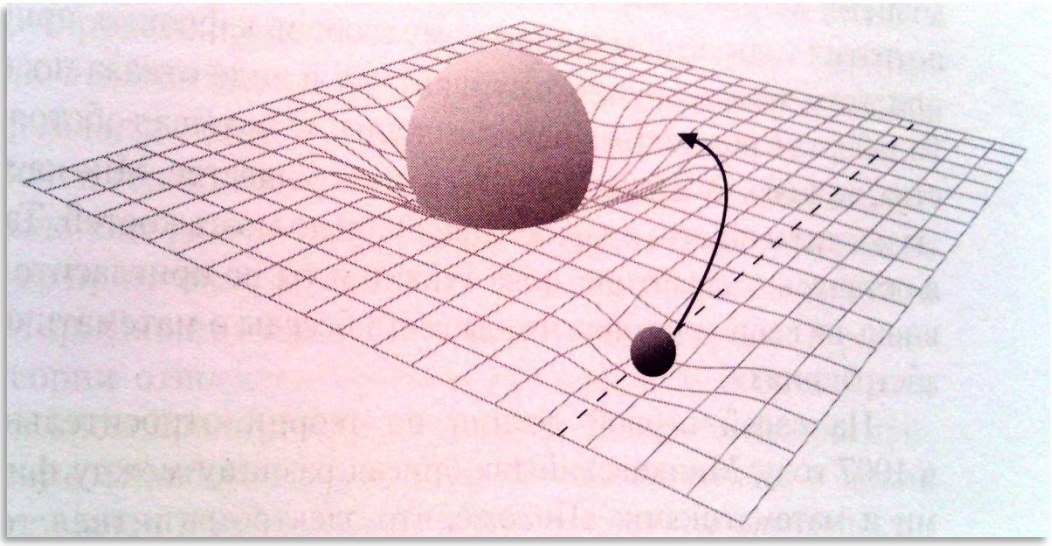
Energiya-impulsi tenzori bo‘lmish ikkinchi hadi ($\boldsymbol{T}_{\mu\nu}$) materiyani ifodalaydi.

Eynshteyn tenglamasi bizga shunday ishora bermoqdaki, fazoning muayyan qismidagi egriligi, undagi mavjud materiyaning (yoki, energiyaning) soni ($\boldsymbol{G}$ konstantasi) hamda, miqdoriga proporsional bo‘lar ekan. Biz xuddi silliq qog‘oz

varog‘i kabi bo‘lgan, juda past zichliklar va o‘zgarmas tezliklarga ega fazoni tasavvur qilishimiz mumkin. Tezlanishning paydo bo‘lishi hamda, zichlikning ortishi bilan undagi to‘g‘ri chiziqlar qiyashayib, oxiri chiziqlarning sinishigacha yetib boradi. Bu o‘zgarishlar, muayyan vaqtga kelib konstantalari ham o‘zgara boshlaydigan Minkovskiy metrikasini ifodalaydi.

Jismlarning gravitatsiya maydonidagi harakati.

Tasavvur qiling, bir nechta odam katta bir choyshabni har tomonlardan cho‘zib tortib turishibdi. Choyshabning o‘rtasiga esa katta va og‘ir shar joylashtirilgan. Agar choyshabni tutib turganlar uni silkita boshlashsa, chiyshab sirtida buklangan va taxlangan joylar hosil bo‘ladi va shar ham harakatga keladi. Harakatga kelgan shar, imkoni bo‘lgan barcha yo‘nalishlarda - chuqurliklarga tezlashib va do‘ngliklardan chiqishda esa sekinlashib harakatlanadi. Sharning harakati, uni tutib turgan choyshabning sirt geometriyasiga to‘liq bog‘liq bo‘ladi. Biroq sharning bu jarayondagi rolini passiv deb baholash noo‘rindir: uning vazni va harakatiga ko‘ra ham choyshab yuzasi o‘zgaradi. Endi, agar choyshab ustiga kichikroq shisha sharcha tashlasak, uning harakati ham choyshab usti yuzasi geometriyasiga va shu bilan birga, katta og‘ir sharning harakatiga bog‘liq bo‘ladi. Agar choyshab ko‘rinmas bo‘lib qolganda edi, biz katta sharning markazidan hosil bo‘lib kelib chiqayotgan sirli kuchning qanday qilib kichik sharni harakatiga ta’sir qilayotganini hamda uni xuddiki ohanrabodek o‘ziga tortayotganini kuzatgan bo‘lardik. Bizga esa, o‘zida joylashgan katta og‘ir jismning harakati va massasi tufayli o‘zgarishlarga uchrayotgan (deformatsiyalanayotgan) ko‘rinmas choyshabning sirt geometriyasi sababidan, shisha sharchaning sirt bo‘ylab harakatlanib chizayotgan egri chiziqlarini tushuntirib o‘tirishimizga hojat qolmasdi. Endi, bu o‘xshatishni o‘zida biror materiya, (demakki, energiya ham) tutgan gravitatsion maydon uchun tadbiq qilsak, undagi massa tufayli, zamon va makon uyg‘unligi egrilanib, natijada bu uyg‘unlikka dahldor bo‘lgan barcha unsurlarni tezlanishi yoki, sekinlanishiga sabab bo‘lishi mumkinligi, yoki ularni o‘z trayektoriyasidan og‘ishga majbur qilishini tasavvur qilishimiz osonlashadi.



Massaning mavjudligi, ikinchi tasdiqda ta'kidlanayotgan to'rt o'lchamli fazoning arxitekturasini tasavvur qilish imkonini beradi. Birinchi tasdiq esa, mazkur fazoda harakatlanayotgan istalgan jismning trayektoriyasini bayon qiladi.

Eynshteyn tenglamasi muhim bir geometrik xossani o'zida namoyon qiladi. Unda invariantlar mavjud bo'lib, demakki, istalgan kuzatuvchi uchun o'rinlidir (to'g'ridir). Agar fazoning egriligi va masofasi koordinatalar tizimiga bog'liq bo'lmasa, demak, fizik fenomenlar ham kuzatuvchining makondagi egallab turgan vaziyatiga bog'liq emas. Yuqoridagi tarzdagi xulosa bilan, maxsus nisbiylik nazariyasining postulatlaridan birini umumlashtirish mumkin: har qanday inersial sanoq tizimlarida, fizika qonunlarining barchasi bir xil ko'rinishda bo'ladi. Lekin, biz undan ham nari o'tib shunday deyishimiz mumkin: fizika qonunlari, tezlanish bilan harakatlanayotgan barcha sanoq tizimlarida bir xilda amal qiladi.

Fiziklar matematiklarga qarshi.

German Minkovskiyning qo'li yengil ekanmi, nisbiylik nazariyasi haqidagi, yaxshi ma'nodagi «mashmasha» Gyottingen uniersitetini juda tez qamrab oldi. Olim bilan bir ilmiy muhitda ishlagan va unga ancha yaqin bo'lgan insonlardan biri, XX asrning eng nufuzli va sermahsul matematiklaridan sanaladigan olim David Gilbert edi. Minkovskiy Gilbert yuragida fizikaga nisbatan muhabbat uyg'otish uchun ko'p yillar davomida katta kuch va mehnat sarfladi. Bu borada u hatto milod (rojdestvo) bayramidagi mehnat ta'tillari davomida Gilbert honadoniga mehmonga tashrif buyurishdan bosh tortish kabi do'stona «tahdid»larga ham qo'l urib ko'rdi. «*Mavjud maziyatni inobatga olsak, sen men bilan gaplashishga o'zi ehtiyojing bormi-yo'qmi bilmayman. Menda shunday taasurot uyg'onmoqdaki, sen meni fizika fani qon-qonigacha singib ketgan odam deb hisoblaydan. Shunday ekan, sen va Gurvits o'zlaringning matematik mulohazalaring borasida suhbatlar uyushtirish uchun meni sayrga taklif qilmagunlaringgacha, senlardan karantinda bo'lishni afzal bilaman*» - deb yozgan edi Minkovskiy Gilbertga.

1907 yilda o'tgan o'zining nisbiylik nazariyasi haqidagi ilk ma'ruzasida Minkovskiy fiziklar va matematiklar o'rtasidagi tafovut haqida shunday degan edi: «*Yorug'likning elektromagnit nazariyasi bizning zamon va makon haqidagi tushunchalarimizda to'liq inqilob yasadi desak ham bo'ladi va bu narsa matematiklarda alohida qiziqish uyg'otishi lozim. Bu jarayonda matematiklar muayyan imtiyozga ega bo'lib turibdilar. Zero ular doimo, allaqachon bayon qilingan konsepsiyalar uchun yangicha nuqtai nazar bilan yondoshishlari*

mumkindir. Agar ular tozalangan, eski yo‘ldan hotirjam yurib borishda davom etishayotgan bo‘lsa, fiziklar uchun esa o‘tib bo‘lmas o‘rmonni yo‘l-yo‘lakay kesib yurish orqali, avvaldan yaxshi tanish bo‘lgan tushunchalarni ham qaytadan yangi talqinlar ila kashf etib borishga to‘g‘ri kelmoqda». O‘zi ham «o‘tib bo‘lmas o‘rmon»ni ochib, ta’bir joiz bo‘lsa, qo‘riq yerlarni o‘zlashtirib yangi ilmlarni egallagandan biri bo‘lgan Minkovskiy, sobiq shogirdining topqirligidan juda hayratlangan va xursand bo‘lgan edi. Uning «*Ox, bu doim darslarni qoldirib yurgan Eynshteyn! Hech qachon uning bunday ishga qodir deb o‘ylamagandim!*» - deb xitob qilib yuborgani ma’lum.

Afsuski o‘sha davrning ilg‘or fikrli va yetuk olimlaridan bo‘lgan German Minkovskiy, appenditsit tufayli to‘satdan vafot etdi. Uning nisbiylik nazariyasi borasidagi boshlagan ishlari esa tugallanmay qolib ketdi. Minkovskiy bilan juda yaqin do‘st bo‘lgan David Gilbert, uning o‘limidan nihoyatda qattiq iztirobga tushib qoldi. U o‘zining fizikaga bo‘lgan munosabatini ham keskin o‘zgartirishga qaror qildi va marhum do‘stining g‘oyalarini davom ettirishga kirishdi: «[...] *shu bilan birga, fizik hodisalarni tushunishning kaliti matematiklarda bo‘lsa hamki, yozma mulohazalarda fiziklar muhim mantiqiy jihatlarni osonlik bilan tashlab keta olishadi*». Rasmiyatchilikdan holi bo‘lgan, maishiy vaziyatlardan birida Gilbert «*Fizika juda qiyinlashib, fiziklarning o‘ziga tashlab qo‘yib bo‘lmaydigan bo‘lib qoldi*» - degan edi.

Ataylabdanmi, yoki, aksincaha, harholda Gilbert o‘zining eski qadrdoni boshlagan ishni davom ettirishga kirishdi. Uning erishgan emg muhim yutuqlaridan biri, geometriya uchun aksiomalar tadbiq etgani bo‘lib, endi u shu ishni fizika uchun ham bajarmoqchi edi. Gilebrtning shunday shiori bor edi: «*Biz matematikani isloh qildik, endi fizikaning gali keldi, keyin esa kimyoga o‘tamiz*». U o‘sha paytda umumiy nisbiylik nazariyasi ustida ish olib borayotgan Eynshteyn bilan uchrashganida, aynan shu ishlar bilan shug‘ullanmoqda edi.

Birinchi jahon urushi boshlanganidan buyon deyarli bir yil o‘tdi. Urushning hali adog‘i ko‘rinmasdi. 1915 yilning aprelida nemislar Ipr daryosi bo‘yida havoga xlor sochib, tarixda ilk marta kimyoviy qurollardan foydalanishdi. Qazilga okoplarni sarg‘ish-yashil tusdagi tuman qoplab oldi. Qon to‘kishlarsiz bo‘lsa hamki, nisbiylik nazariyasi borasida keyingi rivojlanish bosqichlarga erishish yo‘lida ham o‘ziga xos qarama-qarshilik, ya'ni, ilmiy kurash boshlandi. Iyun oyi oxirida Gilbertning taklifiga ko‘ra Eynshteyn Gyottingenga yo‘l oldi. Olim u yerda 6 ma’ruzadan iborat sikl orqali, nisbiylik nazariyasi haqida axborot bermoqchi edi. Gilbert uni mehmonxonada emas, balki o‘z uyida yashashga ko‘ndirdi. Bu nihoyatda oqilona qaror bo‘lib, ma’ruzalar va ilmiy uchrashuvlardan tashqari, ikkala daho olimlar uyda, norasmiy tarzda ham ilm-fan haqida qizg‘in suhbatlar yuritib, o‘tkir munozaralarga kirishishdi.

Har ikkala olimning bir-birining zakovati va zehni haqida olgan tasavvurlari olamga sig‘mas darajada edi. «*Meni xursand qiladigan eng katta narsa shuki, men Gilbert va Klyaynni ko‘ndirishga erishdim*» - deb o‘zini-o‘zi tabriklagan edi Eynshteyn. Gilbert ham o‘zining Eynshteyn haqidagi hayratini yashira olmagan: «*Yozda bizning uyda Zommerfeld, Born va Eynshteyn mehmon bo‘lishdi. Eynshteynning gravitatsiya nazariyasi haqidagi ma’ruzalari ayniqsa alohida ahamiyatga molik voqea bo‘ldi*».

Eynshteyn Gyottingenlik matematiklarni, tortishish kuchini o‘rganishdahgi o‘zining geometrik yondoshuv usulining afzalliklariga ishontirishga muvaffaq bo‘ldi. Biroq olim, matematiklarning o‘ziga nisbatan murosasizlik bilan, uning arosatda ekanligiga, ya'ni, fizikaning fiziklarni o‘ziga tashlab qo‘yib bo‘lmaydigan darajadagi qiyin qismida ekanligiga qat’iy ishonchlari borligini xayol ham qilmasdi. Gyottingen universitetining buyuk patriarxi sanalgan Feliks Klyayn o‘z matematik hamkasblariga shunday maslahat berardi: «*Eynshteynning ishlarida shunday kamchiliklar bor bo‘lib, lekin bu kamchiliklar uning eng ahamiyatli g‘oyalariga soya solmaydi. Lekin shunday bo‘lsa ham u ularni yashirmoqda*». Gilbert esa bu borada baz’an hazil ham qilib turardi: «*Gyottingenlik istalgan yosh bolakay ham, to‘rt o‘lchamli fazo haqida Eynshteyndan ko‘proq bo‘ladi*».

Noyabr oyida g‘alvir suvdan ko‘tarildi. Bunga sabab esa, Eynshteynning, o‘zi so‘nggi uchun yil mobaynida yoqlab, himoya qilishga uringan narsasiga – maydon tenglamasiga nisbatan ishonchni yo‘qotganini tan olgani bo‘ldi. Olim o‘zining Nyuton fizikasiga mos kelmagani uchun e’tiborsiz qoldirgan eski, ya'ni, 1912 yilga oid mulohazalariga qaytishga qaror qildi. Gilbertning Eynshteyn ishlaridagi xatolikni aniqlagani va maydon nazariyasiga nisbatan o‘zining mustaqil hujumini boshlagani haqidagi xabar, olim uchun boshidan muzdek suv quygandek ta’sir qildi. Gilbert matematik bilimlar borasida Eynshteyndan ko‘ra ancha ilg‘or bo‘lib, bu omil masalani hal etishda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadishi kerakdek edi go‘yo. Biroq Eynshteynning eng tengsiz jihati shunda ediki, uning fizika va fizik tushunchalar borasidagi o‘ta fenomenal darajada rivojlangan didi hamda, voqe’likni uchki hissiyot bilan fahmlay olish qobiliyati bor edi.

U ishni tezlashtirdi. Barcha narsani chetga surib qo‘yib, uzundan uzoq formulalarning tubsiz ummoniga sho‘ng‘ib ketdi. U formulalarga to‘xtovsiz tuzatishlar kiritar, yozib, xato bo‘lsa tashlab yuborar, keyin yana boshqatdan yozib, xatoni qidirar, shu tarzda, barcha ehtimoliy variantlarni ko‘rib chiqar edi. Olim o‘zi berilib ketgan ishdan chalg‘itadigan hamma narsadan voz kechib qo‘ydi. U endi tun va kunning farqiga bormasdan, ba’zan hatto ovqatlanishni ham yoddan chiqarib ishlardi. Nazariyaning matematik asosi atrofidagi tumanlik deyarli tarqadi... 14-noyabr kuni Eynshteyn pochta qutisiga Gyottingenda xat keldi. Unga Gilbertning muhri urilgan edi. Xatda matematik o‘zining erishgan natijasi bilan maqtangan edi:

«*Avvalo, sening istisnoli masalangga nisbatan aksiomalarni tadbiq etishdan avval, uning fiziklar uchun ahamiyatli bo‘lgan, aytaylik, fizik konstantalarning orasidagi nisbatlar singari biror amaliy qo‘llanish sohasi chiqarmikan deb o‘ylab ko‘rishni istar edim*». Gilbert hamda Eynshteyn orasidagi yozishmalar, ilmiy takliflar va ogohlantirishlardan iborat bo‘lgan haqiqiy ma’nodagi ilmiy poygaga aylanib ketdi.

David Gilbert

Gilbert 1862 yilda, Prussiya shahri bo‘lgan Kyoningsbergda (hozirgi Kaliningrad) tug‘ilgan. U juda ajoyib va yorqin ilmiy faoliyat olib bordi. Gilbert eng avval boshdanoq, o‘zi tallquli bo‘lgan avlod matematiklarining yetakchisiga aylangandi. Feliks Klyayn bilan birgalikda u Gyottingen universitetini dunyoning eng kuchli matematik tadqiqotlar markaziga aylantirishdi. 1900 yilda Parijda bo‘lib o‘tgan matematiklarning xalqaro konferensiyasida Gilbert, matematika fanining keyingi taraqqiyot yo‘nalishini belgilab berishi lozim deb hisoblagan 23 ta masaladan iborat ro‘yxatni e’lon qiladi. Eynshteyn bilan yuzaga kelgan kuchli ilmiy raqobatga qaramasdan, ular orasidagi munosabatlar doimo samimiy va do‘stona bo‘lib, raqobat istisnosiz ravishda faqat va faqat ilmiy ma’noda edi. Olimlar tanishgan dastlabki paytlardanoq kuchli o‘zaro hurmat bilan munosabatda bo‘lar edilar. Aytish mumkinki, bu ikki olim xarakteri va dunyoqarashi bo‘yicha juda ko‘plab umumiylik bor edi. Ularning har ikkalasi ham, birinchi jahon urushidagi nemis interventsiyasini qo‘llab-quvvatlash to‘g‘risidagi deklaratsiyani imzolashdan bosh tortishdi. Eynshteynda ham, Gilbertda ham shizofreniyaga uchragan dardmand o‘g‘il farzand bor edi. Shuningdek, bu olimlar uchun umumiy bo‘lgan jihatlardan yana biri qanotli iboralarga, aforizmlarga bo‘lgan intilish hamdir. Gilbert shunday degan: «*Ilmiy ishning ahamiyatini, bungacha e’lon qilingan va o‘sha ishga ko‘ra ortiqchaga aylanib qoladigan boshqa ishlarning soniga ko‘ra baholash mumkin*». Buyuk matematik 81 yosh umr ko‘rdi va hayotining oxirgi yillarida o‘zi 30 yil davomida mehnat-mashaqqatlar evaziga barpo qilgan betakror matematik maktabini natsistlar tomonidan marazlarcha barbod qilayotganliklarini alam bilan, lekin hech narsa qila olmasdan faqat kuzatib o‘tirishiga to‘g‘ri keldi. 1934 yilda oliy darajadagi marosimlarning biriga taklif etilgan David Gilbert, fashistlar Germaniyasining madaniyat vaziri tomonidan berilgan, olmon matematikasining, so‘nggi paytlarda mamlakatda olib borilgan millatchilik-ijtimoiy tozalov ishlaridan qanday zarar ko‘rgani haqidagi savolga javoban, istehzo va o‘kinch bilan shunday degan ekan: «*Zarar ko‘rdi deysizmi? Matematiklar umuman zarar ko‘rishmadi janob vazir! Shunchaki, endi ular umuman yo‘q*!...»

Vanihoyat 18-noyabr kuni Eynshteyn yorug‘likka chiqdi. Uning nazariyasining so‘nggi talqinlaridan biri, 1859 yilda farang falakshunosi Urben Leverye tomonidan bayon etilgan va uzoq vaqt mobaynida, Nyuton fizikasi doirasida tushuntirishning

iloji bo‘lmay kelayotgan anomaliya – Merkuriy sayyorasi orbitasi persessiya[1]sining anomal og‘ishi masalasiga oydinlik kiritdi. Nazariya shuningdek, yorug‘lik nuri trayektoriyasining ham tortish maydoni ta’sirida egrilanishini taxmin qilar edi. Eynshteyn tenglamalari kichik intensivlikdagi gravitatsion maydonlarga taaluqli Nyuton formulalari sari yetaklayotgan edi va bu kashfiyot uni bir necha kungacha eyforiya holatiga solib qo‘ydi.

1915 yilning 25-noyabrida Eynshteyn maydon tenglamasining o‘z talqinidagi ko‘rinishini Berlin Fanlar Akademiyasiga taqdim etdi: «*Nihoyat, umumiy nisbiylik nazariyasi mantiqiy izchillik kasb etdi*». Bungacha besh kun muqaddam esa, Gilbert ham Gyottingen fanlar akademiyasida o‘zining aksiomatik dasturi bilan chiqish qilgan edi. Bu ilmiy musobaqada kim g‘olib bo‘ldi?

Garchi Gilbert o‘z ilmiy natijalarini birinchi bo‘lib e’lon qilgan bo‘lsa ham, uning Gyottingen universitetidagi ma’ruzalar asosida yozilgan dastlabki maqolasida maydon nazariyasi bo‘yicha tayinli tenglamalar mavjud bo‘lmagan. Gilbertning ishlarida gravitatsiya maydoni nazariyasiga oid o‘rinli tenglamalar mavjud bo‘lmagan. Ular Gilbertda faqat 1916 yil martida e’lon qilingan maqolalardagina paydo bo‘ladi. demakki, birinchilik baribir Eynshteynga tegishlidir. Agar biz kondalang qo‘yilgan masalaning ko‘lami va har ikkala olimning u bo‘yicha olgan natijalarini qiyoslasak, Eynshteynning bu masalani juda puxtalik bilan yechgani, Gilbert esa, anchayin ko‘zga tashlanarli xatoliklarga yo‘l qo‘yganini ko‘ramiz.

Gilbert amaliy tajriba nuqtai nazarini deyarli butunlay inkor etgan (ya'ni u eksperimental sinovlarni shart emas deb hisoblagan). Gravitatsiyaning relyatvistik tadqiqi Gilbertning aksiomatik nazariyasining muhim jabhalaridan biri bo‘lgan. Uning mazkur nazariyasi esa, nafaqat gravitatsiyaning relyatvistikasini, balki, elektromagnetizm hamda uning materiya bilan o‘zaro ta’sirini ham qamrab olgan edi. Buyuk matematik olim, fizikaning barcha fundamental te nglamalari, uning o‘zi «olam funksiyasi» deb atagan universial funksiyadan keltirib chiqarilishi lozim deb hisoblagan. U shuningdek bunday fundamental fizik tenglamalarning xossalarini ham, bir juft aksioma bilan ta’riflash mumkin bo‘lishi kerak deb ta’kidlagan. Uning ma’ruzalari «Fizika asoslari» deb nomlanar edi. Bu ma’ruzalarda borgan mavzular va yuritilgan fikrlarga asosan xulosa qilinsa, «endilikda geometriyaga o‘xshash fan shakllanishi kerak» edi.

Matematik Gilbert, nazariyotchi fizik Eynshteynga qaraganda nisbatan murakkabroq ilmiy matematik-apparatlarni ishga soldi va ba’zi masalalarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri usul bilan yechdi. Biroq, elektromagnetizm va nisbiylik nazariyasini o‘zaro unifikatsiyalashga bo‘lgan urinish va shu asnoda atom ichidagi yuz beradigan jarayonlarning mohiyatini anglashga harakat qilishga qaratilgan faoliyat Gilbertgfa

[1] Persessiya – jism impuls momentining, tashqi kuch momenti ta’sirida fazoda o‘z yo‘nalishini o‘zgartirishi hodisasi.

muvaffaqiyat keltirmadi. Umuman olganda Eynshteyn, Gilbert talpingan muddaoga erishuvning amalda imkonli bo‘lishi uchun odamzot aql-zakosidan ham kuchliroq favqulodda ong va tafakkur talab etiladi deb hisoblar edi.

Ehtimolki, Gilbertning shogirdi bo‘lgan va o‘z ilmiy faoliyati orqali nazariy fizikaga ulkan hissa qo‘shgan olimlardan biri German Veyl, ustozi va Eynshteyn o‘rtrasida kechgan ilmiy munozaraning mohiyatini barchadan ham chuqorroq anglagan bo‘lsa kerak. U shunday deb yozgan edi: «*Eynshteyn va Nils Bor singari odamlar yo‘lni zulmatda paypaslab topib, ochib ketayotgan kishilarga o‘xshaydilar. Ular o‘zlarining nisbiylik nazariyasi hamda, atom strukturasi borasida izlayotgan konsepsiyalariga yetishmaguncha qo‘ymaydilar.Garchi bu jarayonda matematika muhim o‘rin tutsa hamki, ular kabi olimlarning malaka va ko‘nikmalari, hamda, tasavvurlari, matematiklarnikidan farq qiladi*».

Eynshteyn Gilbertning ishlarini o‘ta kuchli rashk bilan kutib oldi. U bor salohiyatini yo‘naltirgan nazariyani juda qizg‘onar edi. Bu narsa uning ba’zi qaydlarida ham o‘z aksini topgan. Biroq, David Gilbert hech qachon hech kim bilan va hech qanday tarzda, nisbiylik nazariyasi borasida Eynshteynning birinchiligi ustidan bahslashmagan. 1915 yilda Eynshteyn Gilbertga yarashuv maktubi yo‘lladi. Unda shunday jumlalarni o‘qishimiz mumkin:

> «*Bizning o‘rtamizda muayyan adovat paydo bo‘lgandek va uning sababini men izohlab o‘tirishni istamas edim. Men yuragimda uyg‘ongan achchiq tug‘yon bilan kurashishimga to‘g‘ri keldi va men uni to‘la yengib o‘tdim. Men sen haqingda faqat iliq fikrlar ila eslayman va sen ham menga nisbatan shunday munosabatda bo‘lishingingga umid bog‘layman*».

Taqdir hazilini qarangki, Minkovskiy o‘zining fizikaga bo‘lgan ishtiyoq hamda ixlosmandligi bilan Gilbertni yuqturgani singari, o‘z navbatida Gilbert ham Eynshteynga o‘zining ko‘lamining kengligidan odam aqlini shoshirib qo‘yadigan g‘oyalarini yuqturdi. Eynshteyn esa, umrining so‘nggi o‘n yilligini aynan Gilbertdan olingan hamda, o‘zida elektromagnit hamda gravitatsion maydon nazariyalarini birlashtiradigan yaxlit nazariyani barpo etishga bag‘ishladi. Bu esa, taqdiri muvaffaqiyatsizlikka mahkum bo‘lgan nazariya edi...

4-bob.

Olamning sanoq shkalalari

O‘zining nisbiylik nazariyasiga taaluqli formulalardan mustahkam ilmiy inshoot barpo etish orqali Eynshteyn, olam tuzilishi borasidagi o‘z nuqtai-nazarlarini bayon qilishga urinadi. Bungacha bo‘lgan davrlar mobaynida, istisnosiz ravishda faqat mavhum mushohadalarga asoslanaib kelgan kosmologiya fani, Eynshteyn tufayli ulkan qadam tashlab ilg‘orlasha boshladi. Gravitatsiya ta’sirida yorug‘lik nurining yo‘nalishdan og‘ishining amaliy tajribada isbotlanishi – Eynshteynga olamshumul shon-sharaf keltirdi.

Har bir ilmiy yuksalishdan keyin Eynshteyn kuchli asabiy zo‘riqishlar tufayli, ma’nan va jismonan qattiq charchaydigan bo‘lib qoldi. Xususan u, 1095 yildagi maqolalari yuzasidan o‘tkazgan bedor tunlari va favqulodda aqliy faolligi badaliga naq ikki hafta ko‘rpa-to‘shak qilib yotishiga to‘g‘ri keldi. Nisbiylik nazariyasi esa uning uchun keyingi bir necha yill mobaynida sog‘ligini tiklashni taqozo etdi. Olimning ahvolini og‘irlashtiruvchi sabablardan biri, urush haqidagi tinchlik bermas oy-xayollar edi. 1917 yildan boshlab unda keskin quvvatsizlanish kuzatila boshladi. Eynshteynda tez-tez o‘t-tosh kasalligi huruj qiladigan bo‘lib qoldi. U ko‘p vaqtini to‘shakda o‘tkazishiga majbur bo‘lmoqda edi. Ikki oy ichida Eynshteyn naq 25 kilogramm vazn yo‘qotdi.

Yoz kelishi bilan xolavachchasi Elza, o‘zi yashaydigan uyning yuqori qavatidan Eynshteyn uchun ijaraga uy topdi. Elza serharakatlik bilan Albertga g‘amxo‘rlik qilardi. Uning uchun ovqat tayyorlab, kirlarini yuvib, asta sekinlik bilan shunchaki qarindosh-qo‘shnidan ko‘ra, yanada yaqinroq insonga aylana boshladi. Elzaning o‘zini to‘liq bag‘ishlayotganini ko‘rib Albert Eynshteyn sobiq xotini Mileva Marich bilan uzil-kesil qonuniy ajrashishga qaror qildi. Milevani ko‘ndirish uchun unga Albert hali olinmagan Nobel mukofotini berishni va’da qildi. Bunga nisbatan Milevaning dastlabki reaksiyasi o‘ta keskin nafrat bilan namoyon bo‘ldi. Lekin bir necha hafta o‘tgach, aftidan Mileva endi baribir avvalgi beg‘ubor mehr-muhabbatli oilasini tiklay olmasligiga amin bo‘lgach, ajrashishga rozi bo‘ldi. U nima ham qla olardi? Taqdirdan qochib qutula olmaydi. Peshonasiga yozganini ko‘radi. Endi faqat barcha qog‘ozbozlik-rasmiyatchilik ishlarini bajarib qo‘yish qoldi xolos. Eynshteyn bu borada g‘alati bir gap aytgan edi: «*Qiziq, qaysi biri uzoqroq cho‘zilarkin. Mening ajrashuvimmi, yoki, jahon urushimi?*». Ajirim uzoqroq vaqt talab etdi.

Albatta, uning hayotidagi eng kuchli muhabbati shak-shubhasiz Mileva edi. Birinchi turmushidan Albert juda mamnun holda yashardi. Bunda Mileva unga nafaqat farzandlarning onasi va oila bekasi sifatida, balki, yuksak ilmiy salohiyatli va o‘tkir zehnli hamfikr olima sifatida katta o‘rin tutgan. Elzaga bo‘lgan munosabatlarda esa, iliq hissiyotlardan ko‘ra, ehtiyotkorlik va biroz hadik seziladi. «*Asl mehr-muhabbatdan yiroqligi bilan bu nikoh meni cho‘chitmoqda!*» - deb yozgan edi u qaydlarning birida. Balki, Mileva yigirma yashar yigitcha uchun ideal sevgi bo‘lsa, Elza esa qirqqa chiqqan erkak uchun shu kabi o‘rin tutgandir. Fizik olimga xolavachchasi maishiy turmushda tinch-hotirjamlik va chin insoniy mehr o‘chog‘ini ta’min etmoqda edi. U Albertga ro‘zg‘or va oila uchun jiddiy majburiyatlarni yuklamas, aksincha, boriga ko‘nib yashaydigan kamtarin uy bekasi bo‘lib chiqdi. Ehtimol, Elza va Albert o‘rtasida hech qachon ishq ma’nosidagi kuchli sevgi bo‘lmagandir, lekin ularning bir-biriga suyanchiq bo‘lib, o‘zaro mehr hurmat va tushunish bilan hayot kechirishgani aniq.

Birinchi xotinimdan farqli o‘laroq, hozirgi xotinim ilm-fan haqida hech narsa bilmasligi menga juda ma’qul kelmoqda.

Eynshteynning o‘z shogirdi Ester Salamanga yozgan xatidan.

Eynshteynning ilmiy salohiyati sekin-astalik bilan butun dunyo bo‘ylab tan olina boshladi. U «*Taqdir mening nufuzli odamlardan jirkanishimga jazo tariqasida o‘zimni ham nufuzimni yuqori qilib qo‘ydi*» - deb noligandi.

Ajrim jarayonida Albert Milevaga boshqa endi yolg‘iz yashashga va’da bergan edi: «*Men endi tanho yashash baxtidan o‘zimni tiya olmayman. Yolg‘izlik menga ifodalab bo‘lmas darajadagi batiyotlik bag‘ishlamoqda*». Biroq, orada to‘rt oy ham o‘tmasdan, Albert Eynshteyn yangi oila qurib oldi.

O‘g‘lining kelini bilan ajrashishgani haqidagi xabarni Paulina Eynshteyn xursandchilik bilan kutib oldi. U go‘yo lotoreyadan yutuq yutgandek edi. «*Bechora otang buni ko‘rganida qanday xursand bo‘lgan bo‘lradiya...*» - degan edi Paulina. Biroq, oradan bir yil o‘tib, dunyoga daho fizikni tug‘ib tarbiyalab bergan mushtipar ona oshqozonida saraton xastaligi aniqlandi. Paulina bu mash’um xabardan keyin uzoq yashamadi. Uning o‘limi Albert Eynshteyn uchun juda kuchli zarba bo‘ldi.

Quyosh tutilishi.

1804 yildayoq, Bavariyalik astronom Iogann Georg fon Zoldner (1776-1833), yorug‘lik nurining, og‘irlik kuchiga nisbatan ta’sirli (sezuvchan) bo‘lgan zarrachalardan iborat ekanligiga da’vo qiluvchi Nyuton korpuskulyar nazariyasiga asoslanib, quyidagicha ajoyib bir ilmiy xulosa shakllantirgan edi: «*Osmon jismi yaqinidan o‘tayotgan yorug‘lik nuri, mazkur osmon jismining tortishish kuchi ta’sirida, osmon jismiga nisbatan qarama-qarshi yo‘nalishga tomon og‘adigan giperbola chizadi*». Fon Zoldner shuningdek, Quyosh yaqinidagi og‘ish burchagi (yoki, perturbatsiya burchagi) 0.84 sekundni tashkil qilishini ham hisoblab chiqqan edi. Bunday og‘ishni Yerdan turib sezish mumkinmi? «*Quyosh yaqinidagi qo‘zg‘almas yulduzlarni kuzatishda ushbu og‘ishni e’tiborga olishimiz zarur bo‘lar edi. Lekin, bunday kuzatuvni Yerdan turib amalga oshirish imkoni yo‘qligi bois, biz bu og‘ishni e’tiborga olmasak ham bo‘laveradi*». XIX asrda korpuskulyar nazariya o‘rniga yorug‘likning to‘lqin nazariyasi maydonga chiqdi va fon Zoldnerning g‘oyalari tez orada ko‘pchilikning xotirasidan chiqib ketdi. Qolaversa, uning g‘oyalarini amaliy tekshirib ko‘rish uchun o‘sha davrning ilmiy-texnik imkoniyatlari yetarli emas edi.

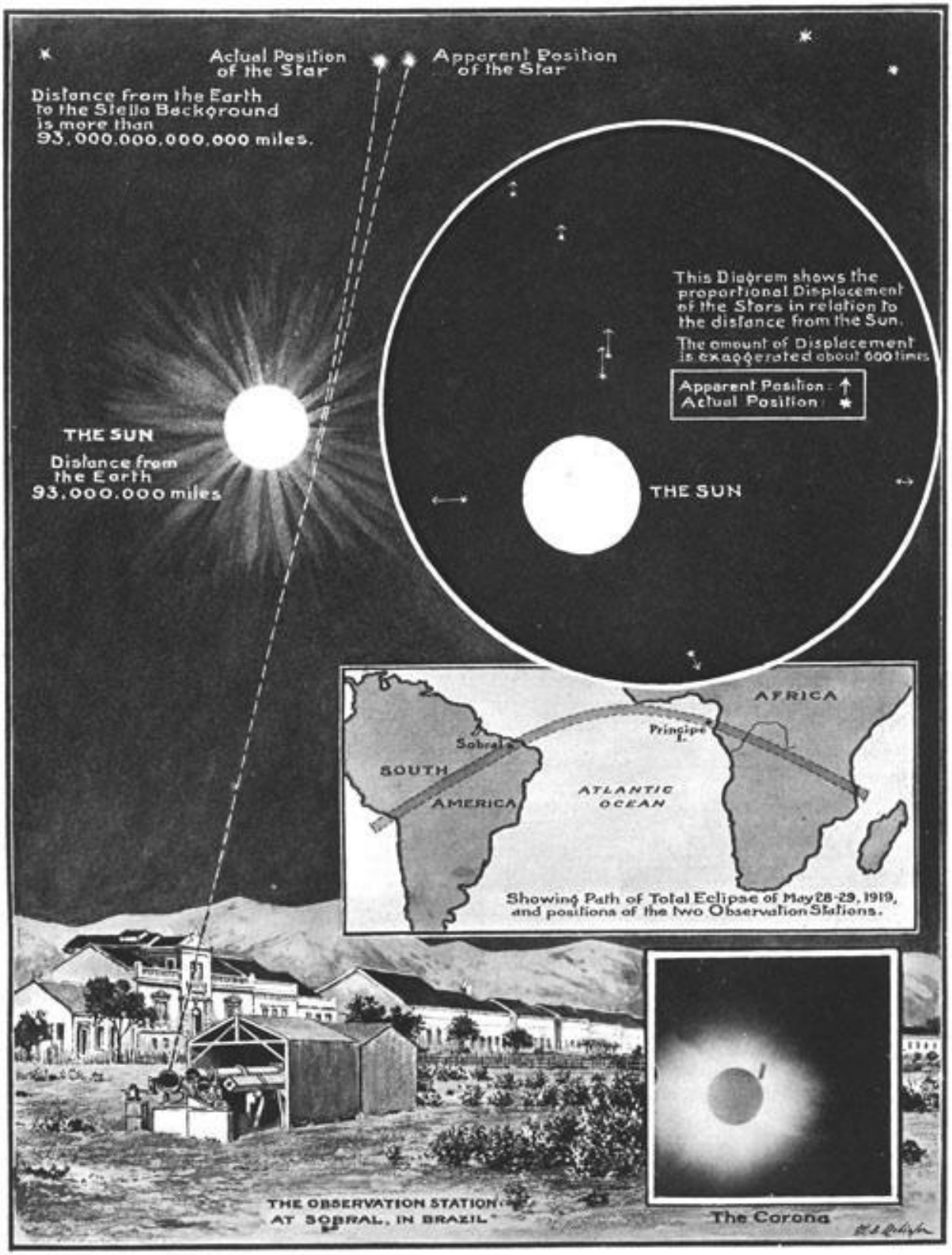
Fon Zoldner izidan borib Eynshteyn ham o‘zining 1911 yil iyulida e’lon qilingan «Og‘irlik kuchining yorug‘likning tarqalishiga ta’siri» nomli maqolasida amalda aynan o‘sha g‘oyani ilgari surdi va uning og‘ish burchagi haqidagi hisob-kitoblari ham, fon Zoldnerniki bilan deyarli bir xil bo‘lib chiqdi. Agar fon Zoldnerga ko‘ra ushbu og‘ish burchagi 0.84 sekund bo‘lgan bo‘lsa, Eynshteyn bu bu burchakni 0.83 sekun ekanligini ta’kidlar edi. Biroq Eynshteyn aytgan og‘ish burchagi, fon Zoldnerniki qaraganda diametral qarama-qarshilikka ega edi:

> «*To‘liq tutilish vaqtlarida Quyosh yaqinidagi yulduzlarni ko‘rish imkonli bo‘ladi va demak bu g‘oyani amalda tekshirib ko‘rish mumkin.* [...] *Garchi bu boradagi bungacha bo‘lgan avvalgi g‘oyalar yetarlicha asoslanmagan va xatarlidek tuyulgan bo‘lsa hamki, astronomlarning ushbu fikrga nisbatan qiziqishi namoyon qilishlari maqsadga o‘ta muvofiq bo‘lgan bo‘lar edi*».

Eynshteynning yuqorida tilga olingan maqolasi «Fizika solnomalari» jurnalida bosilib chiqqanidan naq uch yil o‘tib, 1914 yilning 21-avgustida Quyoshning to‘liq tutilishi hodisasi yuz berdi. Bu esa, Eynshteyn nazariyasini tekshirib ko‘rish uchun ajoyib imkoniyat edi.

Visbadenlik yosh astronom Ervin Freyndlix (1885-1964) ushbu nazariyani tekshirib ko‘rishga qaror qildi. Lekin uning to‘liq Quyosh tutilishini kuzatish mumkin bo‘lgan kam sonli quruqlik hududlaridan bo‘lgan Qrimga uyushtirgan ekspeditsiyasiga I-jahon urushi to‘g‘anoq bo‘ldi. Urush e’lon qilinishi bilanoq, ya'ni, 1-avgust kuni bir guruh olmon astronomlarini josuslikda ayblab Chor Rossiyasi tomonidan hibsga olindi. O‘zining Paul Erenfestga yozgan maktubida Eynshteyn: «*Mening yaqin do‘stim, astronom Freyndlix Rossiyada Quyosh tutilishi bilan bog‘liq tajribalarni o‘tkazish o‘rniga, bu mamlakat turmalarining qanday ekanligini o‘z tanasida his qilib, tekshirib yuribdi*» - deb shikoyat qilgan edi. Biroq bu muvaffaqiyatsilik aslida muvaffaqiyat edi. Chor Rossiyasining qilig‘idan noligan Eynshteyn, aslida ruslar bu ish bilan o‘ziga ko‘mak berib yuborishganini kech bildi. Ma’lum bo‘lishicha, nazariya va ilmiy tahlillarning o‘sha 1914 yildagi holatida hali ancha kamchiliklar mavjud bo‘lib, Freyndlixning amaliy tekshirishlari bu nazariyani tasdiqlash o‘rniga, uni inkor qilib yuborishi ham ehtimoldan holi emasdi.

Eynshteyn o‘z ishlarini sinchiklab mukammallashtirdi va yuqorida ham aytib o‘tilgan – 1915 yil 25 noyabrdagi ilmiy konferensiyada qilgan chiqishida o‘zining tartiblangan va tuzatilgan natijalarini e’lon qildi. Endilikda bu hisob-kitoblar natijasi, fon Zoldnernikidan va o‘zining avvalgi hisoblari natijasida keskin farq qilar edi. Unga muvofiq, protuberansiya burchagi 0.84 yoki, 0.83 sekund bo‘lmay, balki 1.7 sekundni tashkil qilar ekan. Bu natija og‘irlik kuchiga nisbatan mumtoz nyutoncha qarashlarni hamda, relyatvistik yondoshvni o‘zaro qiyoslash uchun ajoyib imkoniyat edi. 1919 yil 29-may sanasidagi to‘liq Quyosh tutilishida, Kembrij rasadxonasi boshlig‘i Artur Eddington (1882-1944) nazariya ma’lumotlarini amalda sinab ko‘rdi:



Sobraldagi (Braziliya) to'liq Quyosh tutilishi va unda Eynshteyn nazariyasining amaliy tekshirilgani haqidagi Krommelin kuzatuvlarining natijasi bayoni tasvirlangan «The Illiustrated London News»ning 1919 yil 22 noyabr soni sahifasi.

«Og‘ish effekti hammasidan ham, Quyoshga eng yaqin joylashgan yulduzlar nurlari bilan yaqqolroq seziladi. Shu sababli ham kuzatuv olib borish uchun eng qulay va yagona fursat bu - Quyoshning to‘liq tutilishi jarayonidir. Hatto shu holatda ham, Quyosh gardishining chetlaridan ma’lum yorug‘lik miqdori chiqib turadi va diskdan ancha olis masofalarga tarqaladi. Yulduzlarni kuzatuvchi astronom, yorug‘lik nurin ing og‘ish ni ko‘rish va aniq hisoblash uchun eng qulay fursat 29-may ekanligini aytadi. Ushbu kunda Quyosh o‘z orbitasi bo‘ylab harakatlanish jarayonida turli xil zichlikdagi yulduz to‘dalari orqali o‘tadi; 29 mayda u yulduzli osmonda eng yaxshi ko‘rinadigan juda yorqin yulduzlar turkumi o‘rtasidan – Giad[1] *to‘dasidan o‘tadi*».

Kembrij universiteti va Qirollik astronomiya jamiyati hamkorlikda Shimoliy va Janubiy yarimsharlarning har ikkisidan ham kuzatishni amalga oshirish birvarakayiga maqsadida ikkita ilmiy ekspeditsiya tashkillashdi. Ulardan biri ekvatorni kesib o‘tib janubga – Braziliyaning Sobral shahri yaqiniga yo‘l olgan bo‘lsa, ikkinchisi esa shimolga – Gvineya qo‘ltig‘idagi Prinsipi oroliga tomon safar qildi.

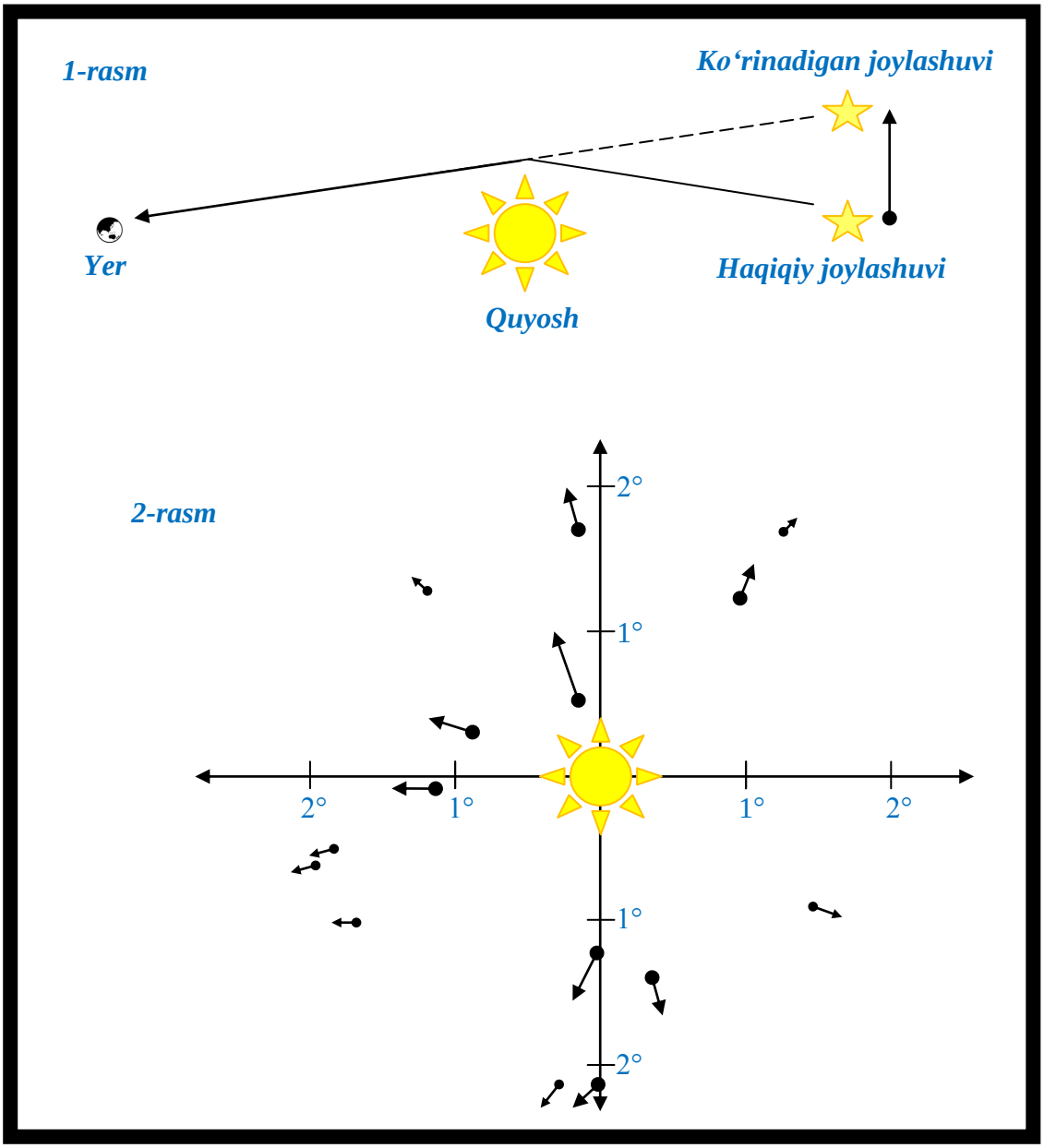
Shimoliy ekspeditsiya noqulay ob-havo sharoiti tufayli barbod bo‘lishiga oz qoldi. Tutilish yuz beradigan kuni qalin bulutlar osmonni butunlay qoplab oldi va erta tongdanoq yomg‘ir sharros quya boshladi. Kunduzi soat 13^{30} lar chamasida Quyoshning ilk nurlari ko‘rinish bergan bo‘lsa hamki, baribir osmondagi bulutlar ko‘pik singari butun samoni egallab, nisbiylik nazariyasini tekshirilishi lozim bo‘lgan sahnani to‘sib turaverdi. Oy diski Quyoshni to‘sib qo‘yishni boshlashi hamonoq Artur Eddington g‘oyat hayajon bilan shosha-pisha osmonni fotosuratga ola boshladi. Uning harakatlarida jazava va asabiylashish kuzatilardi. Chunki uzoq kutilgan noyob fizik hodisani fotoplyonkaga muhrlab olish uchun uning ixtiyorida atiga besh daqiqacha vaqt bo‘lib, shu besh daqiqani ham osmondagi bulutlar undan qizg‘anardi. Bulutlar Quyoshni to‘sib qo‘yaverdi. Eddington olib ulgurgan 16 dona fotosuratdan atiga ikkitasidagina Giad yulduz to‘dasi ko‘rinish bergan. Olim sabrsizlik bilan hisob-kitoblarga kirishdi.

Sobralda-chi? U yoqda nima yuz bergan edi? Braziliya ekspeditsiyasi rahbari Endryu Krommelin hikoya qilganidek, Janubiy yarimsharda ham ob-havo olimlarni asabiylashishga majbur qilgan: Lekin ularning baxtiga «*Aynan Quyosh tutilishi arafasida osmon musaffolashib, bulutlar tarqab ketdi. Tutilish davom etgan 4-5 daqiqa mobaynida, osmonning Quyosh joylashgan qismida voqe’likni to‘suvchi hech narsa bo‘lmadi*».

Eddingtonning tahlillari nisbiylik nazariyasi tarafdorlarining xulosalarini tasdiqladi: u Giad yulduz to‘dasidagi yulduzlarning bir yil avval yozda Angliyada olingan, lekin

[1] Buzoq yulduz turkimi o‘rtasidagi yulduz to‘dasi – *tarjimon izohi*.

hali ularning nurlariga og‘ish ta’sir qilmagan paytdagi fotosuratlari bilan, Quyosh tutilishi paytida olingan fotosuratlarini qiyosan tekshirdi. Astronom tantanavor tasdiq bayon qildi: 29 mayda yulduz nurining og‘ish burchagi 1.7 sekundni tashkil qildi!



Quyosh o‘ziga yaqin masofalardan o‘tayotgan yorug‘lik nurlarini o‘z trayektoriyasidan og‘ishga majbir qiladi va shu sababli bizga ayrim yulduzlarning samodagi joylashuvi koinotdagi haqiqiy o‘rnidan farqli ravishda, biroz «siljigan» holatda ko‘rinadi (1-rasm). Yorug‘lik nurining og‘ish burchagini, koinotning yulduzli qismining Quyosh tutilishidan avval va Quyosh tutilgan vaqtda olingan fotosuratlarini o‘zaro qiyoslash orqali osongina hisoblash mumkin (2-rasm). 2-rasmdagi har bir ko‘rsatkichlarning boshlanish (yumaloqlangan joy) va oxiri (o‘tkir uchi) mos ravishda, yulduzning haqiqiy joylshuvi va bizga ko‘rinadigan joylashuvini ifodalaydi.

Bu hodisotni ba’zi inglizlar, buyuk ingliz olimi Isaak Nyuton bilan, olmon olimi Albert Eynshteyn o‘rtasidagi ilmiy bahsning davomi sifatida qabul qildilar. Shunisi qiziqki, Eynshteynni Germaniyaning o‘zida nemis deb hisoblashmas edi. Britaniya Qirollik jamiyati hamda Qirollik Astronomiya jamiyatlarining 1919 yilning 6-noyabrida Londonda bo‘lib o‘tgan qo‘shma yig‘inida, Eddington fotosuratlarining tahlilidan umumiy nisbiylik nazariyasi doirasida ilgari surilgan g‘oyalarning haqiqat ekanligini tasdiqlani bayon qilindi.

Agar bu boradagi birinchi ilmiy ekspeditsiya, ya'ni, Freyndlix missiyasi tarixan va ilmiy jihatdan nomuvofiq sharoitlarga to‘g‘ri kelib qolgan bo‘lsa, ikkinchi ekspeditsiya, ya'ni, Eddington va Kromellin tekshirishlari nishonga aniq urgan edi. Olamshumul ahamiyat kasb etgan mazkur ilmiy yangilik, o‘sha zamonning deyarli barcha nashrlarining peshsahifalarini egallagan edi. Ularda: «Eynshteyn nazariyasi g‘oliblikni tantana qilmoqda» (New York Times); «Ilm-fanda inqilob!», «Nyuton g‘oyalari to‘ntarildi» (Times); «Jahon tarixida yangi olamshumul shaxs: Albert Eynshteyn» (Berliner Illustrirte) kabi sarlavhalarni uchratish mumkin edi. Olim haqiqiy mashhurlik cho‘qqisini zabt etdi.

Nazariyaning tasdiqlanishi nafaqat jurnalist va quruq maddohlarni, balki zamonaning boshqa yirik olimlarni ham o‘ziga jalb etdi. Albatta, uning asosiy tenglamasini boshqa fanlar uchun ham tadbiq etish mumkin edi. Lekin koinot nisbiylik tamoyili uchun eng mos tabiiy muhit bo‘lib tuyulardi. Va agar elektronlar va yadrolar harakatida ushbu tamoyilni ilg‘ashning imkoni qiyin bo‘lsa, lekin yulduzlar va galaktikalar maskani bo‘lmish koinot o‘lchamlarida u o‘zining butun bor latofatini ko‘z-ko‘z qilayotgan edi. Postnyuton mexanikaning birinchi qonuni oldidagi barcha eshilkar lang ochildi!

Nur – zulmatning asiri.

Gilbert bilan olib borilgan ilmiy pyga musobaqasi paytida Eynshteyn tezkorlik bilan amaliy tasdiqlarga yetishish maqsadida o‘z tenglamasini uchta xususiy holat bilan to‘ldirdi. Ular: Merkuriy orbitasining anomalaiyalarini hisob-kitobi; yorug‘lik nurining og‘ishi, hamda, qizilga tomon siljish (bu haqida quyiroqda batafsil to‘xtalamiz) hodisalari edi. Bu effetktlardan ikkinchi va uchinchilari, og‘irlik kuchining ta’siri tufayli yuzaga kelgan edi. Biroq, vaqt kam bo‘lgani sababli Eynshteyn bular borasida taxminiy-taqribiy yaqinlashuv asosidagi xulosalar bilan cheklangan edi.

Bu orada uning nazariyasi istisnosiz ravishda faqat fiziklar orasida qiziqish uyg‘ota boshladi. Dastlabki aniq o‘lchovlarni astronom Karl Shvartsshild (1873-1916) tomonidan olindi. Shvartsshild tug‘ma astronom bo‘lgan. Uning qo‘shaloq yulduzlar orbitasi haqidagi ilk maqolasi, hali o‘quvchilik yillaridayoq, aniqrog‘i, 16-

yoshga kirgan paytida nashrdan chiqqan edi. Yangi 1915 yil kirishiga uch kun qolganda u Eynshteynga xat yozib, Merkuriy orbitasidagi anomaliyalar haqidagi o‘z qarashlarini va hisob-kitoblarini bayon qilgan edi: «*Ko‘rib turganingizdek, urush olovi hozircha meni chetlab o‘tmoqda va Sizning ilmiy g‘oyalaringiz nafasidan bahramand bo‘lishim imkonini bemrmoqda*».

Shvartsshild, izolyatsiyalangan nuqtaviy yulduz uchun Eynshteyn tenglamalarining aniq yechimini topishga muvaffaq bo‘ldi. U qaralayotgan osmon jismini, sferik simmetrik shakldagi zaryadlanmagan va qo‘zg‘almas jism tarzida soddalashtirib qabul qildi. Shvartsshild metrikasi orqali sferik osmon jismining tashqarisidagi zamon-makon egrilanishini hamda, iozlyatsiyalangan, aylanmaydigan, zaryadlanmagan massaning gravitatsiya maydonini yetarlicha katta aniqlikda tasvirlash mumkin. U, yulduzga yaqinlashib borgan sari, ya'ni, yulduz gravitatsiya maydoni zichligining ortib borishi yo‘nalishida vaqtning o‘tishi ham sekinlashuvi hodisasiga o‘z diqqatini jalb etdi. Bu fenomenning yaqqol isboti asifatida, yulduz chuqaradigan yorug‘lik nurining qizilga tomon siljishi hodisasi keltirilishi mumkin.

Yorug‘likni tadqiq qilish jarayonida shu narsa ma’lum bo‘ldiki, elektronlar turli to‘lqin uzunliklaridagi elektromagnit nurlanishlar hosil qilar ekan. Xuddi Quyosh nuri alohida-alohida rangli nurlarga taqsimlangani singari, boshqa istalgan nurlanishni ham tegishli uskunalar yordamida tashkiliy tarkibiy qismlarga ajratish va tahlil qilish mumkin. Atom spektral tahlili, yulduzlarning nurlanish spektri asosida, uning elementar va molekulyar tuzilishini anqilash imkonini beradi.

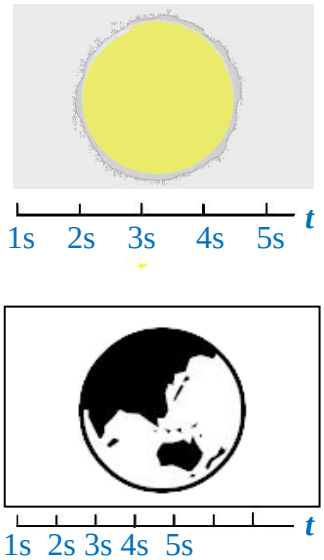
Shvatsshild hisoblashlari shuni ko‘rsatdiki, istalgan moddaning atomlari uchun vaqtning o‘tishi, Yerdagiga qaraganda yulduz sirtida sikinroq kechar ekan (Yerdagi kuzatuvchiga nisbatan). Shu sababli ham ularning vaqt shkalalari o‘zaro muvofiq kelmaydi (1-rasm).

Ushbu tafovut esa, bizning yulduzlar nurini ko‘rishimizga ham ta’sir qiladi. Garchi, aynan bir xil harorat sharoitida Yer va yulduz sistemalarining har birida aynan bir xil spektrli bir xil atomlar hosil bo‘lsa hamki, astronomlarning aniqlashicha, yulduzlarning yorug‘lik nurlanishi nisbatan kattaroq to‘lqin uzunligiga yoki, davr (T) ga ega bo‘lar ekan (2-rasm).

Davr bu – chastotaga teskari bo‘lgan birlikdir ($T = \frac{1}{v}$). $\boldsymbol{T}$ ning o‘sib borishi bilan, kimyoviy elementlarning spektral chiziqlari uzunroq to‘lqinli tomonga (qizilga) siljib boradi. Yulduzlar massalarining ta’siridagi koinotda ushbu siljish gravitatsion deb ataladi va u gravitatsiya maydoni zichligining ortib borishi yo‘nalishida kattalashib boradi. Yulduzning zichligi va massasi qanchalik katta bo‘lsa, undagi qizilga siljish shunchalik aniq va ochiq-ravshan sezila boshlaydi, hamda bunday yulduz atrofidagi fazoda vaqtning o‘tishi ham shunchalik sekinlashadi. Mulohazani davom ettirsak, muayyan kritik zichlikka erishgan yulduz atrofida vaqtning o‘tishi

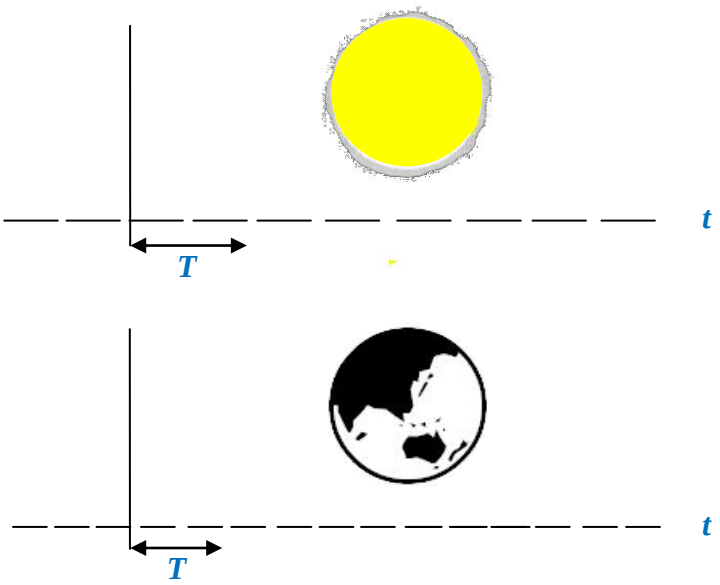
deyarli to‘xtab, qizilga siljish ham butun spektrni egallagan tarzda keskin kuchayishi lozim.

1-rasm



Yulduz va Yer sirtidagi vaqt shkalalarining qiyoslanishi. Taqqoslash shuni ko‘rsatmoqdaki, yulduz yaqinidagi gravitatsiya maydoni zichligi, bizning sayyoramiz yaqinidagi gravitatsiya maydoni zichligidan farq qiladi.

2-rasm



Shvartsshild ushbu xususiy holatni, real voqe’lik bilan hech bir umumiylikka ega bo‘lmagan shunchaki matematik illyuziya deb hisoblagan edi. O‘zi bilmagan holda Shvartsild, keyinchalik butun dunyo fiziklarini va havaskor astronomlarni, shun ingdek, oddiy xalq orasidagi barcha ilmiy fantastika ixlosmandlarining katta qiziqishlariga sabab bo‘lgan fizik hodisa – qora tuynuklar haqida yozgan edi. Bu ilmiy atamani Shvartsilddan ancha keyinroq, anoqrog‘i, Goddard Institutining NASAda bo‘lib o‘tgan 1967 yildagi kuzgi konferensiyasida Jon Uiler fanga taklif qilgan edi.

Eynshteyn Shvartsshildning ishlarini diqqat bilan sinchiklab tekshirib chiqdi. Taasufki iste'dodi beqiyos yosh astronomning tadqiqotlari to‘satdan to‘xtab qoldi. U nemis armiyasining sharqiy frontiga jalb etildi va frontdaligi paytida unda teri autoimmun kasalligi aniqlandi. Tadqiqodchi Potsdamga qaytib keldi va oradan ikki oy o‘tib vafot etdi.

Shvartsshild tomonidan o‘rtaga tashlangan, qizilga siljishning favqulodda keskin ko‘rinishi haqidagi mulohaza Eynshteynni ham qattiq qiziqtirib qo‘ydi. Lekin, endilikda butun dunyoga taniqli bo‘lib borayotgan olim Eynshteyn ham, «*Siljish borasida Shvartsshild qayd etgan holat haqiqatan ham real voqe'likka to‘g‘ri kelmaydi*» - deb xulosa yasagan edi. Biroq, biz yuqorida yodga olib o‘tgan boshqa bir olim – Uiler, qora tuynuklarga bag‘ishlangan ilk ilmiy konferensiyadayoq, ularning haqiqatda mavjudligini isbotlabgina qolmasdan, balki, ilmiy jamoatchilik e'tiboriga qora tuynuklar haqida yetarlicha mufassal axborotlarni ham taqdim etdi. Qachonki yulduzning hayotini ta'min etib turgan yadro qonilg‘isi tugab borar ekan, uning taqiri qator parametrlarga, shu jumladan o‘zining tug‘ilgan vaqtidagi boshlang‘ich massasiga bog‘liq bo‘lib qoladi. Yakunda shunday bo‘lib chiqishi ham mumkinki, halokatga yuz tutgan yulduz, gravitatsiya kuchlari ta'siri, ya'ni, o‘z og‘irligi kasriga ko‘ra kollapsga uchraydi. .

> «[...] *Tezkor siqish natijasida,o‘layotgan yulduz sirti kuzatuvchidan yana va yana kattaroq tezlik bilan uzoqlasha boshlaydi. Uning yorug‘ligi spektrning qizil qismi tomon siljiydi. Soniyaning kichik bir ulushlari ichida u shu darajada xiralashadiki, biz endilikda uni ko‘rolmay qolamiz...Xuddi Cheshir mushugi singari, yulduz ham ko‘zdan g‘oyib bo‘ladi va faqat uning tabasumi – gravitatsion tortishishi qoladi xolos*».

Biz zamon-makon egrilanishi materiayning tarkibini aks ettirishini bilamiz. Aytaylik, Quyoshni Manxetten orolining yarmichalik o‘lchamgacha zichlab kichiklashtirsak, uning materiyasining zichligi qora tuynuk zichligi darajasiga erishadi. Zamon-makondagi materiayning konsetratsiyasi shunday chegaraviy darajaga yetadiki, u haqida hatto Eynshteyn va Shvartsshilda ham o‘z qaydlarida bir nima deyishga botinisha olmaganlar. Biroq, ma'lum bo‘lishicha Butun Olam – Koinot shunday g‘alati bir maskan ekanki, uning hozirgi olimlar aniqlagan ko‘lami, relyatvistika otalari bo‘lgan Eynshteyn va uning safdoshlarining tasavvuridagidan ancha boshqacharoq ekan. Qora tuynuk yaqinida vaqt keskinlik bilan sekinlashadi, yulduzning o‘zi esa, hodisalar gorizonti deb nomlanuvchi ko‘rinmas sfera bilan o‘ralgan bo‘ladi. Hodisalar gorizonti esa, o‘z navbatida, o‘ziga xos bir qaytib bo‘lmas, yoki, borsakelmas chegara sifatida qaralmoqda. Ushbu gorizontga yaqinlashib borgan odam, uning sferasi ichkarisidagi olamda qamalib qolgan va milliardlab yillardan buyon sargardon yurgan nurlarni ko‘radi. Bu esa qora

tuynukning tug‘ilishidan boshlab uning taraqqiyotining barcha bosqichlarini birma-bir namoyish qilib beruvchi film singari bo‘ladi.

Qora tuynuklarni hech bir spekr orqali kuzatib bo‘lmaydi. Uni sezish, ko‘rinmas odamni tutib olish kabi ish emas. Ko‘rinmas odamni tutish uchun nigohni pastga qaratish – uning qordagi yoki, loydagi qoldirgan izlarini izlash kerak bo‘ladi. Qora tuynuklarning mavjudligini to‘g‘ridan-to‘g‘ri tasdiqlovchi dalillar mavjud emas. Biroq, teleskoplardan qayd etilayotgan ayrim hodisalar – yulduzlar va galaktikalarning gravitatsion siljishlari – aynan qora tuynukning ta’siri natijasida vujudga kelayotgan bo‘lishi ehtimol. Eynshteynning qora tuynuklarga nisbatan bildirgan ishonchislizligi kesatiqdek tuyuladi. Frimen Dayson qayd etganidek, «*Koinotdagi qora tuynuklar – nisbiylik nazariyasining butun mazmun mohiyatini o‘zida to‘liq va yaqqol aks ettiruvchi yagona jismlardir*».

Merkuriy perigeliysining siljishi yoki, qora tuynuklar – relyatvistik koinotning qiziqarli va ajib manzaralarini namoyon etadi, lekin bu bilan nisbiylik nazariyasining boshqa muhim tafsilotlari borasida ham e’tibordan chalg‘ib qolmaslik kerak. Yuqorida qayd etilgan hodisalarni tavsiflovchi tenglamalarni, Butun Olam – Koinotning barcha energiyasi va materiyasini ***T*** bilan belgilagan tarzda, boshqa sohalar uchun ham tadbiq etish mumkin. Zamonaviy kosmologiyaga eng birinchi bo‘lib kirib bordi, lekin u to‘qnash kelgan masalalar shu darajada murakkab ediki, dastlabki paytlarda olim faqat taxminiy hisob-kitoblar bilan kifoyalanishga majbur bo‘ldi. Uning bu borada qo‘ygan ilk qadami, materiyaning beto‘xtov bo‘linishi haqidagi g‘oyasi edi. U shuningdek, koinot bo‘ylab barcha yo‘nalishlar teng kuchli ekanligini, hamda, sanoq tizimining tasodifiy burchak ostida burilishi, o‘lchash natijalarining qiymatlarini o‘zgartirmasligini ma’lum qildi (gomogenlik va izotropiya sharoitlari).

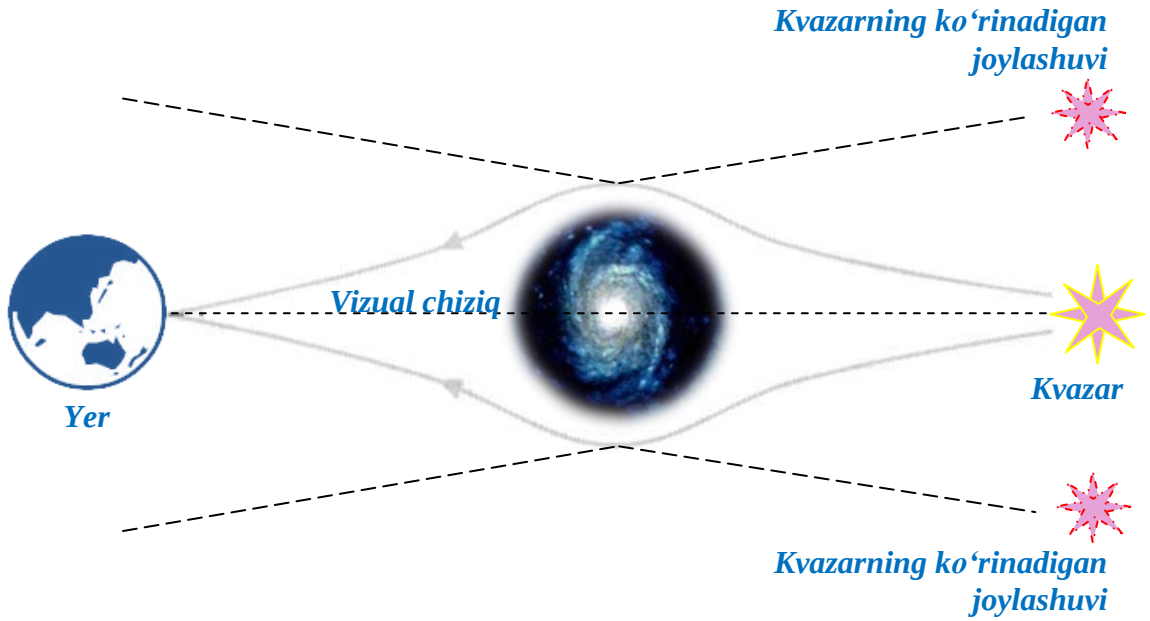
1917 yilda koinotning insoniyatga ma’lum bo‘lgan chegarasi, Somon Yo‘li galaktikasining oniy fotosuratlaridan iborat axborot ko‘lami bilan cheklangan edi. Bo‘shliqdagi yulduzlarning ulkan to‘dasi. Lekin, turli fotosuratlarni tekshirish va ular orqali hisoblashlarni amalga oshirishda, galaktikadagi yulduzlarning harakati sezila boshladi. Gravitatsiya kuchlarining ta’siri ostida, yulduzlar o‘z joylaridan siljib, bir-birlariga yaqinlashib borar edi. Eynshteyn o‘z tenglamalariga yangi parametrni kiritdi. Bu – kosmoligik doimiy bo‘lib, uning ma’nosi vakuumni tavsiflash hamda, ayrim kosmologik modellarni tushuntirishdan iborat.

Ushbu matematik parametrning fizik ma’nosi tushunarsiz qolmoqda edi. Chunki, uni joriy etishdan yagona maqsad – tenglamalarning bir jinsli fazo uchun statistik yechimini topishni ko‘zlar edi. Eynshteyn Nyutonning yassi koinotini olib, uni cho‘zib, burab yakunda gipersferaga (to‘rt o‘lchamli sferaga) aylantirdi. Gipersefa yuzasi cheksiz fazodan iborat: kuzatuvchi unda istalgan yo‘nalishda harakatlana oladi va bunda hech bir chek-chegara bilan to‘qnash kelmasdan, har safar boshlang‘ich

nuqtaga qaytib kelaveradi. Bizning koinotimizda uch o‘lchamli fazo xuddi shishirilgan rezina pufak singari chegaralangandir. Kosmik kema aynan bir yo‘nalisda parvoz qilib, butun koinotni uchib aylanib chiqishi va boshlang‘ich parvoz nuqtasiga qaytishi mumkin. 1930 yilda Eddington, koinotning kengayishi hodisasini kosmologik doimiydan foydalanib tushuntirish mumkinligini ko‘rsatdi. Matematika nuqtai nazaridan Eynshteyn koinoti, xuddi dor o‘yanyotgan dorbozning burniga o‘rntilgan ingichka tayoq singari omonat muvozanatda turibdi. Uning xarakteristikalaridagi juda kichik o‘zgarishlar ham, butun koinotning kengayishi yoki, torayishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Gravitatsion linza

Kelib chiqishiga ko‘ra vengr millatiga mansub bo‘lgan muhandis va ishqiboz olim Rudi Mandl 1936 yilda shuday hodisani qayd etdi: oddiy linza yorug‘lik nurlarining yo‘nalishini o‘zgartirgani singari, ulkan massali jismlarning gravitatsiya maydoni ham elektromagnit nurlanishlarning yo‘nalishini o‘zgartirar ekan. Agar Yer va muayyan yulduz oralig‘idagi fazoda bir chiziqda joylashgan ulkan massali jism mavjud bo‘lsa, unda Yerdagi kuzatuvchi o‘sha yulduzning yorug‘ligining ortishini ko‘rradi. Bunday hodisa haqida Eynshteyn ancha avval, 1912 yildayoq fikr bildirgan edi. Lekin u keyinchalik bu hodisani amalda kuzatishning imkoni bo‘lmaydi deb hisoblab, mazkur g‘oyadan voz kechgan. Oradan 20 yil o‘tib, Mandlning qiziqarli xulosalaridan rag‘bat olgan holda Eynshteyn, o‘zining o‘sha eski qaydlarini yana bir bora tekshirib chiqdi va olgan natijalarining ba’zilarini «Fan» jurnalida e’lon qildi. O‘sha maqolasining so‘nngi paragrafida, ya'ni, xotima qismida u, mazkur fenomenni hisob-kitob qilish uchun, fan-texnikaning imkoniyatlari yetarli emalsigini ta’kidlab so‘ziga yakun yasagan edi. 1930-yillardagi ilm-fan taraqqiyoti darajasi haqiqatan ham bunga imkon bermasdi. Lekin, 1979 yilga kelib, Arizonadagi Kit-Pik rasadxonasi xodimlari Dennis Uolsh, Robert Karsvell, hamda, Rey Veyman birgalikda, koinotni kuzata turib, ikl bora gravitatsion linzalarni qayd etishga muvaffaq bo‘lishdi. Gravitatsion linzalar tufayli yuzaga keladigan optik aldanishlar turkumiga yoylar, yorug‘ gardishli doiralar (oykamalak singari), yorug‘lik krestlari, ko‘plik sondagi bir xil tasvirlar kabilar kiradi. Quyidagi rasmda, galaktika tufayli yuzaga kelgan gravitatsion linza tasvirlangan: u kvazarning ikkita joyda ko‘rinishiga sababchi bo‘ladi.



Keyingi bir necha o‘n yilliklar davomida ilmiy kuzatuv va tahlil asbob-uskunalarining tobora rivojlanib borishi bilan, astronomlar koinotning bizning galaktikamiz chegaralaridan juda-juda olis masofalargacha cho‘zilganligini anglab yetishdi. 1929 yilda AQSHlik astronom Edvin Xabbl, muayyan galaktika bizdan qancha olisda joylashgan bo‘lsa, uning bizdan uzoqlashuv tezligi ham shunchlik katta bo‘lishini aniqladi. Bu hodisani, galaktikaning koinot bo‘ylab ko‘chishi tarzida emas, balki, Butun Olamning – Koinotning o‘zini kengayayotganli sababli akenligini ta’kidlash joiz. Yanan rezina shar misoliga qaytamiz: uni puflab shishirganimiz sari, shar yuzasidagi nuqta yonma-yon qo‘shni nuqtalardan tobora uzoqlashib boradi, lekin bunda uning o‘zi yuza bo‘ylab joydan-joyga aslo ko‘chmaydi. Ushbu effekt koinotdagi manzaraga juda-juda o‘xshashdir: koinotdagi jismlar ham, olamning - makonning kengayayotganligi sababli harakatdadirlar.

Xabbl taklif qilgan uzoqlashayotgan galaktikalar manzarasi, Eynshteynning statik koinoti manzarasidan farq qilar edi. 1922 yilda rus fizigi Aleksandr Fridman (1888-1925) gomogen va izotrop koinotda ham kengayish, ham qisqarish hodisalari yuz berishi mumkinligi haqida fikr bildirdi. Unga ko‘ra, kengayishni to‘xtatishi mumkin bo‘lgan kuch – gravitatsion tortishish bo‘lishi kerak ekan. Gerogiy Gamov o‘zining tarjimai holida shunday yozgan edi: «*Kosmoligiya muammolari haqida fikr yurita turib Eynshteyn, kosmologik doimiyni joriy etish, mening hayotimdagi eng katta xatoim bo‘lgan bo‘lishi mumkin – deb aytgandi*». Biroq, kosmologik doimiy astronomlarni hayratga soldi: 1990 yillar oxirida yetakchi astronom olimlar tomonidan qayd etilgan fikrga ko‘ra, Koinotning kengayishini gravitatsion tortishish hecham kompensatiyalamas ekan va kengayish, fizik-nazariyotchilar uchun ko‘plab jumboqlarni taklif etgan tarzda, tobora tezlashib borayotgan ekan.

Yorug‘likning orqa tarafi.

Yangicha gravitatsiya nazariyasi endi-endi taraqqiyot yo‘nalishiga tushib olgan baxtiyor 1920 yillarda, Eynshteyn kvant mexanikasi atrofida yuzaga kelgan ochiq ilmiy munozaralar ishtirokchisiga aylandi. Nisbiylik nazariyasidan farqli o‘laroq, kvant mexanikasi bir necha o‘nlab yukask zakovatli fiziklarning hamjihatlikdagi umumiy mehnatlari evaziga dunyuga kelgan bo‘lib, unda muayyan ketma-ketlik yoki, izchillikni ko‘rish mushkul edi. Ustiga-ustak, kvant mexanikasi tabiatining o‘zi ham, mumtoz fizika qonuniyatlarining hech biriga muvofiq kelmasdi.

Bu nazariyani ko‘plab nufuzli olimlar ham qattiq tanqid ostiga olishdi. Nils Bor esa shunday degan edi: «*Kvant mexanikasi bilan birinchi tanishuvdayoq qalbida hayajon sezmagan kishi, uni tushunishga qodir bo‘lmaydi*». Shryodinger esa, kvant mexanikasining shakllanishida ishtirok etgani uchun afsuslangan: «*Bu nazariya menga yoqmaydi va men u bilan aloqdor bo‘lganimdan afsusdaman*». Eynshteyn esa,

bu borada o‘ziga hos aforistik uslub bilan (garchi uning aforizmlari har doim ham xushkalom bo‘lmagan bo‘lsa-da) yondoshgan edi: «*Kvant mexanikasi qanchalik muvaffaqiyatga erishgani sari, u shunchalik tutruqsiz tuyulaveradi*».

Ichida mazkur nazariyaning tamal toshini qo‘ygan o‘tkir zehnli olimlar ham bo‘lgan ko‘p sonli muholiflarning ishonchsizlik bilan yondoshuvlariga qaramasdan, kvant nazariyasi keyingi avlod olimlarining qat’iyat va sinchkovlik bilan olib borgan favqulodda aniqlikdagi tajribalari tufayli yuzga chiqqan ulkan ilmiy kashfiyotlari silsilasida ilm-fanda baribir o‘z mustahkam o‘rniga ega bo‘ldi. Pol Dirak aytganidek, juda oz nazariyalar haqidagina, «*Fizikaning katta qismini va kimyoni to‘la egallagan*» - deb ta’rif berish mumkin.

Eynshteynga qaytib, yana yorug‘lik haqidagi munozarani yodga olamiz. Uni eng birinchi bo‘lib ilhomlantirgan narsalardan biri – yorug‘lik nuri edi. Yorug‘lik nurining Quyosh massasi bilan to‘qnashuvidan keyin o‘z trayektoriyasidan og‘ishi ma’lum bo‘lgach, olim butun dunyoga dong‘i ketgan tirik afsonaga aylandi. Lekin bu bilan yorug‘lik haqidagi mulohazalrning yakuni keldi degani emas edi. Eynshteyn yorug‘likning tarigi tarafidan – kvant mexanikasi nuqtai nazaridan yondoshuv ila yangi mulohazalrga kirishdi. Aynan shu sababli, XX asr ilm-fanining ikkita eng yuksak imoratlari barpo etildi: nisbiylik nazariyasi va kvant mexanikasi.

Ehtimol men, yaramas kvantlar bilan to‘qnahs kelmaslik uchun doimo kallasini nisbiylik tuprog‘iga tiqib berkitib oladigan tuyaqushga o‘xshasam kerak.

Eynshteynning Lui de Broylga yo‘llagan maktubidan.

Barchasi Maks Plankning moddalar elektromagnit nurlanishlarni uzluksilik bilan emas, balki, bo‘lak-bo‘lak ko‘rinishda (kvant ko‘rinishida) yutishi va nurlatishi haqidagi va bu bo‘laklarning o‘lchamlari tasodifiy shaklda emasligi, tabiatda energiya almashinuvining quyi chegarasi mavjudligi haqidagi ilmiy g‘oyani e’lon qilganidan boshlandi. Eynshteyn yanada chuqurroq ketdi va unurlanish jismlardan uzoqda, fazo bo‘ylab erkin tarqalayotganida, nurlanishning o‘zi kvantlarning chegaraviy miqdorini belgilashi haqida taklif bildirdi.

Eynshteyn Maksvellning uzliksiz elektromagnit nurlanishlari va materiyaning atom va molekulalardan tuzilgan muayyan shakli haqidagi g‘oyasini ma’qullamadi. Uzluksizlik diskretlikka qarshi – bu hodisalar hecham bir-biriga muvofiq kelmas edi. Agar elektromagnit nurlanishlarni kvant linzasi orqali ko‘rish imkoni bo‘lganida edi, biz cheksiz sondagi zarrachalarni korgan bo‘lar edik. Bu xuddi kompyuter ekranida

fotosuratni kattalashtirgani sari (zoom) uning son-sanoqsiz mayda piksellarga taqsimlanib borishiga o‘xshaydi.

Uzoq muddat davomida ilmiy jamoatchilik ushbu g‘oyalarni abjirlik bilan inkor qilib keldi. 1913 yilda Eynshteyn nomzodi Prussiya Fanlar Akademiyasiga tavsiya etilganida, Plank va Nernst u haqidagi tavsiyanomalarida olim shaxsiyatini alqagan ko‘yi, uning ba’zi mulohazalarda juda chuqur kirib ketishini, masalan, yorug‘lik kvanti haqidagi g‘oyalarda shunday bo‘lganini gap orasida qistirib o‘tishgan. Bu boradagi asosiy muammo ham, xuddi nisbiylik nazariyasi bilan bo‘lgani kabi, Eynshteynning ko‘plab fikrlarini o‘sha zamon ilmiy kuzatuv va tahlil vositalari yordamida amaliy tekshirishning imkoni yo‘qligi bilan bog‘liq edi.

Fanda kvant nazariyasiga nisbatan umumiy ishonchsizlik hukm surishiga qaramasdan, Eynshteyn har doimgidek, o‘z bilganidan qolmasdi. U 1916 yilda u, deyarli 10 yil davomida xayolan ko‘kartirgan g‘oyaviy daraxtini ommaga ma’lum qildi. Uning fikricha, energiya almashinuvi – kuch momentiga[1] ega bo‘lgan zarrachalarning hosil bo‘lishi orqali yuz beradi. Ya'ni, kvantlar, yoki, fotonlar, energiya snaryadlari singari tasavvur qilinadi. Oradan yetti yil o‘tib, Eynshteynning bu gipotezasi Artur Kompton (1892-1962) laboratoriyasida amaliy tasdiqlandi.

Biroq, Bor, Geyzenberg va Bornlarning ta’siri ostida Eynshteyn, o‘z qarashlarini deyarli keskin sakrashlarsiz, o‘ta dadillik holatidan o‘ta konservatizm darajasiga olib o‘tdi.

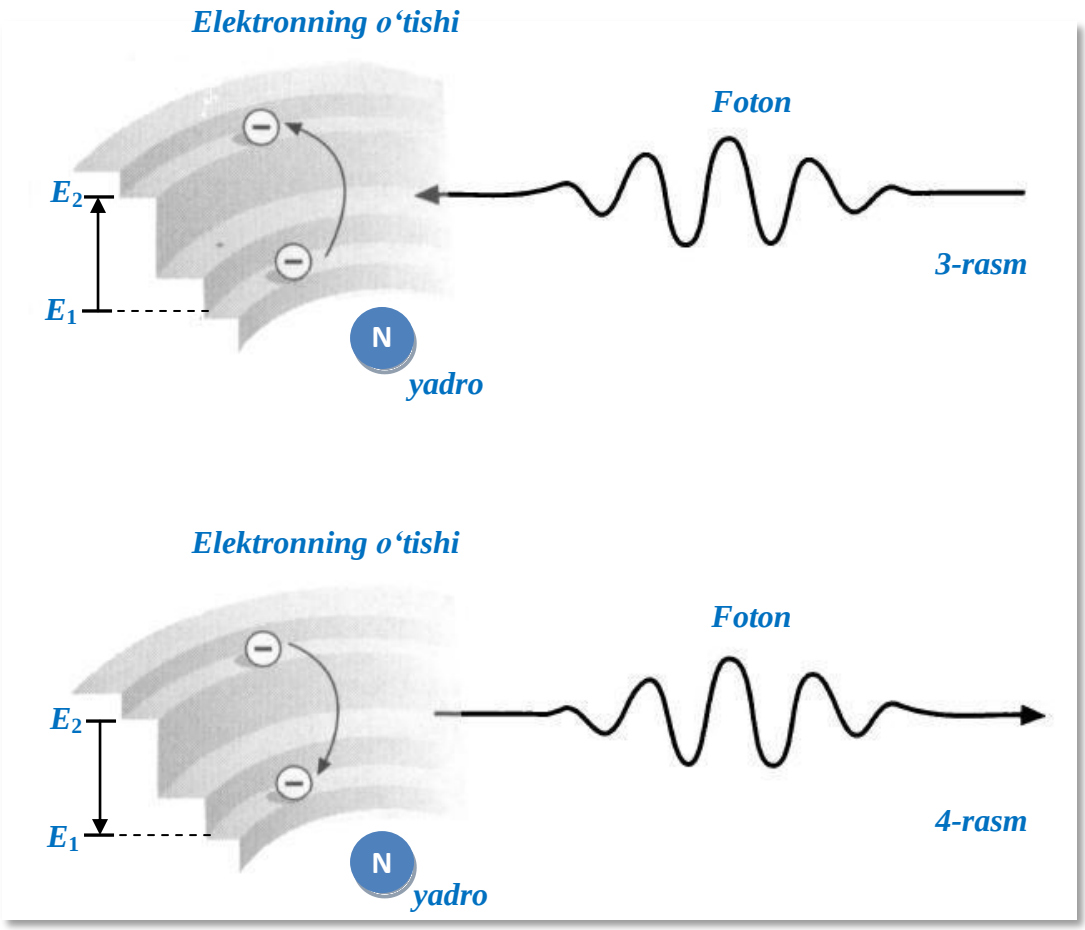
Qora tuynuklar haqidagi holatda biz, nurlanayotgan jismning elementar tarkibini spektral tahlil yordamida aniqlash mumkinligini aytgan edik. Atom spektrlari fiziklar uchun beqiyos tahlil vositasi bo‘lib xizmat qildi va u orqali ko‘plab masallarga oydinlik kiritilgan bo‘lsa-da, undan keyin yanada murakkab, yangidan-yangi savollar yuzaga chiqa boshladi. Masalan, har bir zaryad qanday qilib va nima bilan zaryadlangan? Uning strukturasi qanday? Ko‘p sonli xatolar bilan kechgan qayta-qayta urinishlar evaziga Shveytsariyalik olim Iogann Balmer, sodda formula orqali o‘sha paytda allaqachon ma’lum bo‘lib ulgurgan vodorod atomlari spektrining tavsifini bayon qilib berdi, lekin u baribir bunday matematik yiondoshuv uchun tayinli nazariy asoslar shakllantira olmadi.

1912 yilda Daniyalik yosh fizik Nils Bor, Shuster laboratoriyasida tajriba o‘tkazish uchun ruxsat olsih maqsadida Manchester Universitetiga keladi. Laboratoriya direktori Ernest Rezerford (1871-1937) tez orada Borning turli paradokslarni yechishga bo‘lgan qiziqishi va yuksak ilmiy salohiyati borligini payqab qoldi; u xuddi yo‘l tekislaydigan mashina singari harakat qilardi, ya'ni – sekin, lekin, o‘ta ravon. Plank va Eynshteyn tenglamalaridan foydalanib, Bor atomning elektronlarning qat’iy statsionar orbitalar bo‘ylab harakatlanishiga asoslangan

[1] Jism massasining uning tezligiga ko‘paytmasi bilan ifodalanuvchi vektor kattalik.

modelini yaratdi. Bunda har bir orbitaga o‘ziga xos energetik daraja muvofiq keladi va elektronning bir orbitada boshqasiga o‘tishida energiyaning elektromagnit nurlanish kvantlari (yoki, fotonlar) ko‘rinishidagi yutilishi, yoki, nurlanishi sodir bo‘ladi. Kvantning energetik zaryadi, orbitalarning energetik darajalari farqiga mos bo‘ladi.

Har bir elementning ichki strukturasi, o‘rindiqlari yuqoridan quyiga zinasimon pastlab boradigan amfiteatrga o‘xshaydi; bunda har bir qator turlicha energiya darajasini ifodalaydi. Elektronlarning bir energetik darajadan boshqasiga o‘tishi, o‘ziga xos xarakterli spektr bilan fotonlarni nurlantiradi, yoki, aksincha, ularni yutadi. Shu tarzda, nurlanish va atomning tuzilishi o‘zaro muvofiq keladi (3-4 rasmlar).



Elektronning bir energetik daraja (E_1) dan boshqa bir, yanada yuqoriroq energetik daraja (E_2) o‘tishi fotonlarning yutilishi bn kechadi (3-rasm). Elektronning bir energetik darajadan (E_2), boshqa, nisbatan quyiroq energetik daraja (E_1) ga o‘tishi esa, fotonlarning nurlanishi bn yuz beradi.

Alan Laytman, Nils Borning maqolasi haqida so‘z yuritar ekan, «kvant tumanligi» endi ilmiy lahjaga ham ko‘chayotganini qayd etadi: «*Borning elektronlar*

bir orbitadan boshqasiga o‘tishi haqidagi tasdig‘i juda ajoyib, garchi bu aynan qanday sodir bo‘lishini tasavvur qilish ancha qiyin bo‘lsa ham.Olimning modeliga ko‘ra, elektronlar hech qanday holatda orbitalar oralig‘ida qolib ketmaydi, chunki bu shunday bo‘lib qolsa, u uzluksiz ravishda energiya nurlantirar edi. Lekin, qandaydir yo‘l bilan, avvaliga muayyan bir orbitaga muvofiq keluvchi energetik darajada bo‘lgan elektron, to‘satdan boshqacha energetik darajaga ega bo‘lgan boshqa orbitada paydo bo‘ladi. Hozirgina men “paydo bo‘ladi” degan so‘zni ishlatdim. Ba’zi olimlar elektronlarni “sakrab o‘tadi” deb yuritishadi. Lekin, aslini olganda bizning kundalik nutqimizda, odamzot bilm va ilmiy malakasidan tashqarida bo‘lgan bu fenomenning asl mohiyatini to‘la ifodalab beradigan biror so‘zning o‘zi yo‘q».

Bor modeli vodorod atomi uchun ideal tarzda mos kelardi. Vodorod atomi esa, kimyoviy element atomlari ichida eng soddasidir. Garchi bu model kimyoviy elementlarning kimyoviy tavsifini osonlashtirgan bo‘lsa hamki, elementlardagi elektronlar sonining tobora ortib borishi bilan shu narsa yanda ravshanroq ma’lum bo‘ldiki, ushbu model uzun va uzoq yo‘lning boshlanishidagi bekatlardan biri ekan xolos.

Bor sababli biz atom haqida ochiq va ravshan tasavvurlar hosil qildik, lekin baribir ko‘plab savollar hamon ochiq qolmoqda edi. Masalan, fotonlar haqidagi masala. Nurlanish muayyan onda va muayyan yo‘nalishda sodir bo‘lar edi. Lekin o‘sha lahza va yo‘nalishni belgilovchi narsaning o‘zi nima? Nima sababdan statsionar orbita bo‘ylab harakatlanayotgan elektron nurlanish chiqarmaydi-yu, uning bir orbitadan boshqasiga o‘tishida nurlanish sodir bo‘ladi?

Bor modeli mumtoz fizika va yangicha fizika o‘rtasida tutashtiruvchi ko‘prik bo‘lib xizmat qildi. Verner Geyzenberg (1901-1976) shunday xulosaga keldiki, ushbu modelning g‘alatiligi aslida uning yutug‘i bo‘lib, aksincha uning kamchiliklari esa, aslida kamchilik ham bo‘lmasdan, balki, bu model uchun yangicha tushunchalar o‘rniga, eski zamon mumtoz fizikasining tadbiq etishga urinilayotgani bilan bog‘liq ekan. Sirasini aytganda, ilm-fanni oldinda hali yanada g‘alati, g‘ayritabiiyroq kashfiyotlar kutmoqda edi.

Bu kashfiyotlar xazinasiga Geyzenbergning o‘zi ham qo‘l cho‘zib ko‘rdi. 1925 yil yozining avj pallasida Shimloiy dengizdagi Gelgoland orolida Geyzenberg keskin allergik hurujga uchradi. U vaqtlarda hali antigistamin preparatlar mavjud emasdi va olim rinit kasalligi bilan kurashish asnosida, maxsus nisbiylik nazariyasi mulohaza yuritar edi. Qoidaga ko‘ra Eynshteyn, har qanday ilmiy konsepsiyani ham, agar u yaqqol ko‘rinib turgan voqe’lik bilan muvofiq kelmasa, chetga surib qo‘yar edi. Bunda garchi u muayyan konsepsiyaning mantiqan to‘g‘ri ekanligini intuitiv ravishda his etib tursa hamki, o‘z qoidalariga odatda baribir amal qilardi. Geyzenberg ham o‘zining mashhur hamkasbining izidan boroshga qaror qildi. Ha, olimlar atomlarning nurlanish spektrini kuzatishmoqda; lekin kimdir, qachondir bu nurlanish

vaqtida elektronlarning bir orbitadan boshqasiga o‘tayotganligini guvohi bo‘lganmi? Bor modelidagi orbitalarni berilgan radius va davr orqali kuzatishning imkoni yo‘q edi, chunki modelning o‘zi hali aniqlashtirishga muhtoj edi. Geyzenberg esa: «*Men orbita tushunchasini yo‘q qilish uchun qo‘limdan kelgan barcha ishni qilaman*» - deb ovoza qildi. Keyin esa yangi nazariya – noaniqlik tamoyilini yaratdi. U atom miqyosidagi tabiat hodisalari «*qochonki tadqiqotchi bu hadisalarni yaqqol namoyish qilishga bo‘lgan uinishlarida vaqti-vaqti bilan tanaffus qilib tursagina tushunishga imkonli bo‘ladi*» - deb o‘ylagan. Ifodali o‘xshatishlar yordamidagi tasavvurlar o‘rniga Geyzenberg masalan, spektral chiziqlar chastotlalari singari prinsial kuzatiladigan kattaliklarni,tahlil qilishga asoslangan sof matematik uslubni taklif etdi.

Materiyani tahlil qilish uchun u bilan o‘zaro ta’sirga kirishmoq kerak. Bu holatda kvant olami bizning oldamizga svaloni ko‘nadlang qo‘yadi: bizning kuzatuvchi sifatidagi aralashuvimiz tadqiq qilinayotgan hodisotning o‘ziga qay darajada ta’sir qiladi? Biz obyektiv ma’lumotlar deb hisoblagan tahlil natijalari, o‘lchash aktining o‘zining ta’siriga uchramaganmi? Keling, shunday holatni tasavvur qilib ko‘raylik: biz bir haykalgan miltiqdan rezina o‘q otib, o‘qlarning qaysi tarafga sapchishii tekshirmoqchimiz. Haykal sirtidan sapchimagan o‘qlar yordamida uning o‘lchamlari haqida muayyan aniqlik darajasidagi tasavvur olish imkonini beradi. Endi, agar tajribani rezina o‘qlar o‘ringa shishirlgan koptoklarni otib takrorlasak, bizning haykal o‘lchamlari haqidagi xulosalarimiz ancha boshqacharoq, aniqlik darajasi kamroq bo‘ladi. Lekin snaryadning o‘zining o‘lchamlarini kichrayib borishi bilan, bizning tajribadan olayotgan tasavvurlarimiz tafsilotlarining aniqligi ham shunchalik ortib boradi. Bizning snaryadlarimiz sirt yuzasining egriligi va ular orqali haykal haqidagi olayotgan axborotimiz o‘rtasidagi aloqa kritik bo‘lib chiqadi.

Bizga ko‘rinadigan yorug‘lik nurlari bizning ko‘rish qobilyatimiz darajasidan tashqarida bo‘lgan anchayin kichik o‘lchamlarga ega bo‘lib, qolaversa, ularning biror materiya bilan o‘zaro ta’siri orqali, uning xossalarini o‘zgartirish ehtimoli deyarli yo‘q darajada. Yuqorida keltirilgan o‘xshatishni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ma’nosida qabul qilish kerak emas, chunki axir yorug‘lik o‘zi yoritayotgan yuzadan rikoshet bilan sapchish xossasiga ega emas. Lekin bu misol, qaralayotgan jarayon haqida muayyan tasavvur hosil qilishga yordam beradi.

Agar biz, aytaylik elektronni tutish yoki uni ko‘rish uchun, biz atomni past energetik zaryadli va kattaroq to‘lqin uzunligili fotonlar bilan bombardimon qilishni boshlasak, unda biz avvalgi misoldagi haykalni o‘zi bilan teng o‘lchamli shishirlgan pufaklar bilan o‘qqa tutgan bilan teng bo‘lamiz.aniq axborot olish uchun esa, foton energiyasini orttirish zarur bo‘ladi. Bu esa bizning o‘qlarimiz yanada qattiqroq bo‘lib qoldi deganidir. Endi bunisi - haykalga nigoh tashlash imkoni ekanligi bilan birga, uni buzib yuborish xatari hamdir. Bundagi sapchish trayektoriyasi sirt relyefi haqidagi axborotdan ko‘ra, fragmentatsiya jarayoni haqidagi axborotga ko‘proq tortadi.

1929 yil 28 iyun kuni olingan fotosurat. Maks Plank Albert Eynshteynga o‘z nomidagi medalni topshirmoqda. Bu ikkala buyuk olimlar, Olmon Fizika Jamiyati tomonidan ta’sis etilgan va nazariy fizika sohasidagi eng muhim yutuqlari uchun beriladigan mukofotning dastlabki laureatlari bo‘lishgan.

Tasavvurlar va tasvirlarning aniqlik darajasining cheklanishi – bartaraf etib bo‘lmaydigan narasa. Sababi bunda biz to‘lqinlar va zarrachalarnini o‘rganish uchun to‘lqinlar va zarrachalardan foydalanmoqdamiz va bu holda ularning birining boshqasiga qiladigan ta’siri muqarrardir. Bundan ham badtari – bir hodisotning boshqasidan yaqqol ajratuvchi chegarasi aynan nimada ekanligini ham bilishning imkoni yo‘q, chunki, aynan bitta zarra o‘zini ham zarrachadek va ham to‘lqindek

tutishi mumkin. Kvant jarayonlarining mohiyati aynan nimada bo‘lishidan qat’iy nazar, ular uchun bir marta va butunlayga ta’rif berish orqali ularni to‘lqin, yoki, zarracha deb ishonch bilan ta’kidlashning iloji yo‘q. Chunki kvantlar shroitdan kelib chiqib, o‘zini ba’zi o‘rinlarda bir shaklda, boshqa o‘rinlarda esa boshqacha shaklda namoyon bo‘la oladi.

Mumtoz fizika qonuniyatlari asosida biz muayyan elektron uchun, uning muayyan vaqt monetidagi fazoda egallagan o‘rninini bilgan holda, uning trayektoriyasini chizishimiz, hamda, uning harakat yo‘nalishini ifodalovchi vektor kattalik bo‘lmish tezligini aniqlashimiz mumkin bo‘ladi. Geyzenbergning ta’kidlashiga ko‘ra, aynan shunday tavsifni atomlar uchun qo‘llashning imkoni yo‘q:

> «*Elektronning atomdagi harakat orbitasini aniq-ravshan ko‘rish uchun eng maqbul vosita – eng katta kuchaytirish xususiyatiga ega mikroskopdir. Biroq mikroskop linzasi ostidagi namuna eng qisqa to‘lqin uzunligiga ega bo‘lgan nur yordamida yortilishi lozimligi sababli, elektronga yetib borgan va kuzatuvchi ko‘ziga kirgan eng birinchi kavntning o‘ziyoq, qaralayotgan elektronni o‘z orbitasidan urib chiqargan bo‘lur edi [...] Shu sababli tajriba yo‘li bilan faqat bitta nuqtani va faqat bir martagania kuzatish mumkin xolos*».

Va agar tajriba trayektoriyani hisoblash imkonini bermasa, uni nazariyaga kiritish mumkin emas. Bizga sog‘lom fikr ta’kidlayotgan narsa - harakatning uzluksizligi, aslini olganda o‘z atbiatiga ko‘ra aniq bo‘lmagan narsani bizning juda olisdan turib kuzatishimizdan hosil bo‘ladigan sarobdan boshqa narsa emas. Yaqinlashgan sayin esa, bu hodisani bizga ko‘rsatib turgan chizgilar suvashib, farqlab bo‘lmas holatga kelib qoladi.

Geyzenbergning xizmatlari noaniqlik tamoyilining ta’riflaganida emas, balki uni matematik asoslab berganida bo‘lib, u bizga ko‘rinadigan asosiy kattaliklar bo‘lmish: egallangan vaziyat va vaqt momenti, hamda, vaqt va energiya orasidagi avvallari ko‘zdan pinhon bo‘lgan bog‘liqlikarni ko‘rsatib berdi. Biz ulardan birortasini qanchalik katta aniqlikda aniqlay olsak, narigisi haqidagi tasavvurimiz shunchalik xiralashadi. Biz elektronning egallagan vaziyati haqida o‘ta aniq axborot olishimiz mumkin; lekin shu bilan birga, uning tezligi haqida hech vaqo bilolmaymiz. Atomning modeli barcha ilm egalari ko‘z o‘ngida nuray boshladi, lekin ayna ushbu to‘zon ichidan yangi zamonning yangicha fani o‘z yuragini topdi.

Kvant inqilobi bayrog‘ini ko‘tarib chiqqan ko‘plab fiziklar Eynshteyndan mulohaza yuritish uslubini meros qilib olishgandi, lekin ular o‘z uztozlari bilan hamqadam bo‘la olmadilar. Yangi gravitatsiya nazariyasining asosiy bosh qahramani bo‘lgan trayektoriya, geodezik chiziqlarni inobatga olganda, qonundan tashqarida qolib ketdi. Bu fakt esa, noaniqlik tamoyilini umumiy nisbiylik nazariyasining eng manfur dushmaniga aylantirdi.

Eynshteynning unchalik ham «ikkinchi darajali» bo‘lmagan xulosalari.

Eynshteynning «ikkinchi darajali» izlanishlari deb, faqat uning olamshumul azariyasi bilan taqqoslagandagina ikkilamchibo‘lib ko‘rinadigan ishlarini aytish mumkin. aslida esa ushbu ishlar ham istalgan boshqa fizik uchun ham cheksiz shon-sharaf keltirgan bo‘lur edi. Bu izlanishlarning asosiy tadqiqot manbai bo‘lib yorug‘lik nuri xizmat qiladi:

- Metall plastinaning yuzazasini ultrabinafsha nurlari bilan yoritilganida, elektronlarning uchib chiqishi kuzatiladi. 1902 yilda Filipp Lenard (1862-1947) shuni aniqladiki, uchib chiqayotgan elektronlarning tezligi, yuzani yoritish nurining intensivligini emas, balki chastotasining ortishi tufayli kuchayar ekan. Eynshteyn mazkur fotoelektr effekti deb nomlangan fenomen uchun tushuntirish berdi: fotonlarning hari biri tashib boradigan energetik zaryad yorug‘lik chastotasiga bog‘liq bo‘ladi, intensivlikning ortishi esa, yuzdan uchib chiquvchi elektronlar sonining ortishini ta’minlaydi, lekin ularning energiyasining ortishiga ta’sir ko‘rstamaydi.
- Elektronlar, enrgetik shkalani spontan orttirish yoki kamaytirish orqali fotonlar bilan o‘zaro ta’sirga kirishadi. 1917 yilda Eynshteyn nurlanishni forsatsiya qilish haqida o‘yab qoldi. Bu g‘oya ikkita asosiy zaruriy shartni taqozo etardi: qo‘zg‘atilgan elektronga egan bo‘lgan atomning (ortiqcha energiyaning mavjudligi bilan xarakterlanadi) va fotonning mavjudligi. Atomni foton bilan o‘qqa tutilganida, atomda teng qiymatli energiyaga ega bo‘lgan ikkita foton aynan bitta yo‘nalishda uchib chiqadi. Zamonaviy lazer texnologiyalarining asosini tashkil qiluvchi – *majbiriy nurlanish* (yoki, inglizcha aytganda ***SER*** – *simulated emission of radiation*) tushunchasining tamal toshi shu tarzda qo‘yilgan edi. Lazer (inglizcha LASER) so‘zining o‘zi, asli inglizcha abbreviatura bo‘lib, uning ma’nosi – «**L**ight **A**mplification by **S**imulated **E**mission of **R**adiation» so‘zlarining bosh harflaridan yasalgan. O‘zbekcha ma’nosi – «Majbiriy nurlanish vositasida yorug‘liknin kuchaytirish» - bo‘ladi.
- 1924 yilda Kalkuttalik fizik Shatyendranat Boze (1894-1974) qalamiga mansub maqola Eynshteynning qo‘liga tushib qoladi. Unda yorug‘likning statistik bayoni haqida yangicha yondoshuvlar keltirilgan edi. Bozening taxminiga ko‘ra, leketronlardan farqli raishda fotonlar o‘zining bir xilligidan mosuvo bo‘lishi mumkin ekan. Eynshteyn esa gazlar ham o‘zini aynan shunday titishi mumkin deb hisobladi. Haroratning mutlaq nol darajaga tushish bilan, atomlar o‘zining yagona o‘ziga xosligi – energiyasidan mosuvo bo‘ladi va materiyaning yangi holati – Boze-Eynshteyn kondensatiga aylanadi. Bunday holatdagi materiyada atomlar harakati favqulodda sekinlashib, xuddiki ular bitta yaxlit superatomga birlashadi va endi bunda kvant effektlari makroskopik miqyosda namoyon bo‘la boshlaydi. 1995 yilda Boze-Eynshteyn kondensati ilk bora laboratoriya sharoitida olindi. (Rasmda hind olimining 1925 yilda olingan fotosurati).

Geyzenbergning izdoshlari, xususan Maks Born, noaniqlik tamoyilini keskin statistik tekshirishlar to‘fonida sinab ko‘rishdi. O‘lchash amalga oshirilmaguniga qadar, elektronning qayerda ekanligini va qo‘g‘atilgan atomdan aynan qachon foton uchib chiqishini bilib bo‘lmaydi, lekin bu savollarning javoblari tasodifiylikdan ancha yiroq. Kvant mexanikasining qonuniyatlari, u yoki bu natijaning ehtimolligini nazarda tutadi va uning vaqt bo‘yicha o‘zgarishlari haqida bashoratlar beradi.

Eynshteyn shaxsiy o‘zaro suhbatlarda va ba’zan oshkora tarzda ham, fandagi ushbu yangi doktrinani hazm qila olmasligini bildirardi. U olim Nils Bor bilan ilm-fan tarixidagi eng keskin ilmiy bahslardan biriga kirishdi. Garchi bu ikki buyuk olimlar doimo o‘zaro iliq munosabatda bo‘lishgan bo‘lsa hamki, kvant mexanikasini izohlash, uni tushuntirish masalasida ularning qarashlari qarama-qarshi qutblarga tarqab ketar edi. Kun kelib Eynshteynda o‘z fikrini izohlash uchun yetralicha dalillar qolmadi va u odatiga ko‘ra aforizmga murojaat etdi: «*Xudo shoshqol o‘ynamaydi!*». Bunga javoban Bor ham o‘zining barcha xushmuomalaligini yig‘ishtirgan tarzda: «*Xudoga nima qilish kerakligini o‘rgatmang!*» - deb terslik qildi.

Asosiy ko‘ndalang savol – kvant olami haqidagi axborotning yetishmasligi, uning statistik manzarasiga qay darajada ta’sir qilishi mumkinligi bilan bog‘liq edi. Nyutonga xos aniqlash uslubiga ko‘ra, bizga agar koinotdagi barcha zarrachalarning egallagan vaziyati va tezligi ma’lum bo‘lsa, unda koinot biz uchun, xuddiki soat mexanizmi singari, ish faoliyati va tamoyilini mutlaq aniq-ravshan tushunsa bo‘ladigan voqe’likka aylanar edi. Lekin bunday daraja va miqdorfagi axborotni qabul qilish va qayta ishlashning amalda imkoni yo‘q. Shunga o‘xshash vaziyat o‘ta murakkablikka ega bo‘lgan tizimlarni o‘rganishda, masalan iqlim haqida fikr yuritishda yuzaga keladi. Va bu holda ham biz ilojsizlik bilan, vaziyatning statistik bayoniga murojaat etamiz. Bu o‘rindagi noaniqlik, shunchaki hodisotning ajralmas chambarchas qismigina emas, balki, bizning hali bu miqdordagi axborotni qayta ishlash imkonimiz yo‘qligi bilan ham izohlanadi.

Kvant nazariyasi bayonida Eynshteyn uchun tugallanganlik yoki, tugallik yetishmadi. Biroq, Bor kriteriyasiga ko‘ra, real voqe’likning aniqlik darajasi borasida boradigan boshqa manzil qolmagandi. Faqatgina o‘lchash akti va kuzatiluvchi kattalikni tanlash masalasi, noaniqlikni bartaraf etishi va xarakterstikalardan birini: yoki joylashuvni, yoki vaqt momentini, yoki energiyani va yoki vaqtni yo‘q qilishi mumkin. kitobimiz qahramoni bo‘lgan olimning kvant olami oldidagi dovdirab qolishining asosiy omili, atom darajasidagi bo‘shliqlarni to‘ldirishga urinish va avvalo mikrodunyoda biror mantiq topishga intilish bo‘lgan bo‘lsa ajab emas. Bor, Geyzenberg va Borndan keyingi olam manzarasi, ehtimol odamni biroz sarosimaga soladigan, esankiratadigan ko‘rinish oldi. Biroq, u izchillik bobida boshqa fan sohalaridan kuchliroq edi.

Quvg‘in.

Kvant paradokslari fizikani tobora o‘z iskanjasiga olib bormoqda edi va bunday sharoitda Eynshteynning ilm-fan olamidagi eng oliy mukofot bo‘lmish Nobel mukofotini, nisbiylik nazariyasi uchun emas, balki, fotoeffekt hodisasini tushuntirib berganligi uchun olganligi hecham g‘ayritabiiy emasdir. Olimni mukofot uchun to‘qqiz bora tavsiya qilishdi va sakkiz marotaba uning nomzodi rad etildi. Avvaliga Nobel mukofoti qo‘mita a’zolari ichida uning kashfiyotlarining asl ko‘lami va mohiyatini anglab yeta oladigan odamlarning o‘zi juda kam edi. Qo‘mita a’zolaridan biri, aniqrog‘i, Nobel mukofotining 1905 yilgi laureati Filipp Lenardning Eynshteynga nisbatan shaxsiy adovati ham hal qiluvchi ahamiyat kasb etgan paytlar bo‘lgan. Lenard garchi o‘z chiqishlarida o‘zidagi millatchilik ruhiyatini niqoblashga ursinsa-da, uning Eynshteyn haqidagi fikrlarida, olimning millati yahidiy ekaniligiga e’tob qaratishi ko‘zga tashlanib qolardi. Xususan nisbiylik nazariyasi haqidagi fikrlaridan birida u xatto mazkur nazariyani «Juhudcha qalloblik» deb ham atagan. Qolaversa, o‘sha paytlarda Nobel mukofoti qo‘mitasi a’zolari yoki, Shvetsiya Qirollik Akademiyasi a’zolari bo‘lgan boshqa hurfikr fizik olimlarning aksariyatini amaliyotchi fiziklar tashkil etar edi. Lar ishida ham, nazariy fizika haqida salbiyroq fikrga ega bo‘lgan va unga «safsataboz chayqovchilik» deb qaraydiganlar topilardi. Umuman olganda adolat yuzasidan shuni aytish kerakki, Eynshteyn shvedlar ilmiy akademiyasining qora ro‘yaxtiga tushib qolgan yagona nazariyotchi fizik emasdi. U bilan bir qatorda yana Maks Plank va Maks Born kabi yuksak zehn egalari ham bo‘lgan.

Kishi obro‘si va nufuziga bo‘lgan ko‘r-ko‘rona ishonch - haqiqatning eng yuvuz dushmanidir!

Eynshteynning Yost Vintelarga yo‘llagan maktubidan.

1919 yilgi Quyosh tutilishi bilan bog‘liq sharaf shohsupasidan keyin, endi Eynshteynning emas, balki Nobel mukofotining obro‘si shubha ostida qoldi. Oxir oqibatda shvedlar o‘zlarining maqolu matallarga ko‘chgan mashhur diplomatik qobiliyatlarini ishga solishdi hamda Eynshteynning ilmiy salohiyati oldida bosh egishdi. Biroq, nisbiylik nazariyasiga barbir mukofot nasib etmadi. Yakunda shunday bo‘lib chiqdiki, Eynshteynning ilm-fan oldidagi xizmatlari – butun boshli nazariyani barpo qilganligida emas, balki, fotoeffekt qonunini kashf qilgani bilan o‘lchanayotgandek edi. Qirollik Akademiaysi kotibi hatto tavsifnomaga maxsus tuzatish kiritib, unda Eynshteynning ilmiy yutuqlari sirasiga nisbiylik nazariyasi kiritilmaganligi va uning tasdiqlangangan taqdirida ham, hisobga kiritilmasligini belgilab qo‘yomqchi bo‘lgan.

Eynshteynga Nobel mukofoti belgilaberishmoqchiligi munosabati bilan safarini bekor qilib o‘tirmadi. Uning mukofotini olib ketish uchun Stokogolmga tashrifi faqatgina keyingi yilning yozida amalga oshdi.

Plank, Bor va Geyzenberg kvant mexanikasining asoslarini yaratish ustida ish olib borayotgan bir vaqtda, ularning ko‘plab vatandoshlari boshqa bir katta amaliyotga – siyosiy tajribaga jalb etilishgan edi. Millatchilik ildiz otgan Veymar respublikasining diqqinafas atmosferasidan Eynshteynning zaharlanishi haqida butun boshli bir bob yozish mumkin edi. Tomirida yahudiy qoni oqayotgan olim, ayrim nemislarning ashaddiy millatchiligida ham jirkanib, ham jabr chekardi. Armiyada xizmat qilmaslik uchun olim Germaniya fuqaroligidan voz kechdi (shunga qaramay, Prussiya Fanlar Akademiaysiga qabul chog‘ida unga yana takroran harbiy chqiriq qog‘ozi tutqalishgan). U ochiqchasiga patsifizm g‘oyalarining tarafdori bolib, I-jahon urushiga ashaddiy ravishda qarshi bo‘lgan. Eynshteyn internatsionalizmning yorqin tarafdorlaridan biri edi.

Mashhurlik va shon-sharaf Eynshteynni yengil nishon qilib qo‘ydi. Uni ta’qib etish vositalari sifatida nimalarni qo‘llashmadi deysiz: matbuotda chp etilgan maqolalar, nasherdan chiqqan kitoblar, hajviya va mutoyibalar, ma’ruzlar... Va hatto ish-amali uning faoliyatini «chaynash»dan iborat bo‘lgan butun boshli konferensiyalar ham tashkillangan edi. Eng ajablanarlisi va oshib tushgani esa, «aksilEynshteyn» jamiyatining tashkil qilingani bo‘lgan bo‘lsa kerak. Bu jamiyatning nemischa rasmiy nomi – «*Arbeitsgemeinschaft Deutscher Naturforscher zur Erhaltung reiner Wissenschaft*» bo‘lgan. O‘zbekchadagi ma’nosi esa: «Sof ilm-fanni saqlab qolishga qaratilgan nemis tabiatshunoslari jamiyati» tarzida yangraydi.

Millatchi-sotsialistlarning ashaddiy namoyondalaridan biri bo‘lgan Ditrix Ekkart ismli shaxs hatto Eynshteynni o‘ldirib yuborish kerakligi haqida ochiqchasiga chiqishlar qilar edi. Olim hotirjamlikni saqlashga intilar edi. «*Barcha muammo shundaki, gazetalar doimo men haqimda yozib, shu orqali menga nisbatan g‘iybat va yolg‘on-yashiqning avj olishiga xizmat qilmoqda. Shunday ekan, men uchun chet-elga ketish va sabr bilan kutishdan boshqa yo‘l qolmayotir. Sendan esa faqat bitta iltimos: mazkur ahamiyatsiz hodisaga mening kabi yumor hissi bilan yondoshaver*» - deb yozgan edi u Maks Plankka yo‘llagan xatlarining birida.

Bo‘ron tindi. Lekin xavf-xatar saqlanib qolaverdi. Maks Born ta’biri bilan aytgada, «kul ostida hali yovuzlik uchqunlari miltillab turgandi va ular 1933 yilda qayta alanga oldi». Marsel, Kolombo, Singapur, Gongkong, Shanxay, Kobo, Tokio, Falastin, Barselona, Buenos-Ayres, Rio-de-Janeyro, Montevideo, Gavana va nihoyat AQSH – Eynshteyn o‘z chamadonlari bilan qayerlarda bo‘lmadi deysiz. Xuddiki u o‘zida tobora so‘nib borayotgan vatandoshlariga bo‘lgan ishonchni, musofirchilikdagi vatan sog‘inchi bilan qayta alangalatmoqchidek edi. U haqiqatan ham o‘zining respublika bilan aloqasini saqlab qolishga urinar va tinchlik elchisi sifatida, I-jahon

urushidagi g‘olib davlatlar bilan Germaniya o‘rtasidagi muzokaralarni tiklashga bel bog‘lagandi. Axir bekorga u 1914 yilgi harbiy safarbarlikka jalb etilmagan kamsonli nemislardan biri emasdi. Va katta ehtimolki, bunday shahrma-shahar kezib yurish sargardonliklari, uning uchun yaqinlashib kelayotgan butunlay quvg‘in oldidan repititsion tayyorgarlik bo‘lib xizmat qilgan bo‘lsa ajabmas.

Eynshteyn Germaniaydan ketish yoki ketmaslik uchun o‘ziga-o‘zi turli xil uzundan-uzoq dalil va vajlar keltirar va mazkur dalil hamda vajlar o‘rtasida sarson bo‘lib, fotonlarning amalda ham to‘lqin, ham zarra holida mavjud bo‘la olishi singari, «shizofrenik» ahvolda – arosatda kuymoqda edi. 1932 yil yozida u o‘z tug‘ilib o‘sgan yurti – Germaniyaning «chidab bo‘lmas millatchilikka asoslangan ijtimoiy bo‘hron» arafasida turganini sezib turardi. Osha yilning kuz va qishida sodir bo‘lgan va Giltlerning mamlakat kansleri lavozimiga kelishi bilan yakunlangan keyingi siyosiy o‘zgarishlar Eynshteynning xavotirlari o‘rinli ekanini isbotlab turardi. Berlin yaqinidagi qishloqda joylashgan uydan chiqib ketar ekan, Albert Eynshteyn rafiqasi Elzaga, qadrdon uyini so‘nggi bora to‘yib ko‘rib olishini maslahat bergan edi: «*Uyimizni endi qaytib ko‘rmaysan*»...

Aytish mumkinki, bu vaqtga kelib Eynshteyn, o‘zining olamga mashhurligi va ko‘chmanchi yashash tarzi bilan, butun dunyo fuqarosiga aylanib ulgurgandi. 1932 yilning 10 dekabrida «Oklend» kemasi Bremerxafendagi dengiz qirg‘ogidan langar ko‘tarib, okean osha AQSHga tomon yo‘nalish oldi. Uning bortida avrning mashhur insonlaridan biri – Albert Eynshteyn ham, Prussiya va nemis millatchiligidan uzoqroqqa suzib ketdi.

Keyingi oyda Reyxstagga o‘t qo‘yildi. Tez orada butun Germaniya ashaddiy millatchilik kayfiyatidagi mal’un fashist gazandalarning jinoiy tuzumi alangasi girdobida qoldi.

5-bob.

Ichki quvg‘in

Eynshteynning ilmiy-ijodiy quyoshi tobora so‘nib borgani sayin,
u endilikda ilmdan ko‘ra ham ko‘proq
jamiyat uchun muhim shaxsga aylana boshladi.
Olim barcha uning fikriga quloq soladigan va hurmat qiladigan
«otaxon»ga aylandi. Lekin yangi avlod fizik olimlari
uning nufuzi ta’siridan xalos bo‘lishga intilishardi.
Biroq Eynshteyn bundan umidsizlanmadi va
yakka o‘zi shug‘ullanish uchun kvant nazariyasini emas,
balki elektromagnetizm va gravitatsiya orasidagi ziddiyatlarni
bartaraf etish masalalarini tanladi.

Agarki Eynshteyn qachonlardir ilmiy shon-shuhrat haqida orzu qilgan bo‘lsa ham, lekin u hech qachon o‘zini tinchlik, Xudo, yoki, erkinlik haqidagi aforizmlarning qahramoni sifatida tasavvur qilmagan bo‘lsa kerak. Butun XX asr davomida olimning o‘zi o‘z timsolida fizik mutaxassisni ko‘rishlarini istagan bir vaqtda, jamiyatda u to‘g‘risida patsifist, sionist va qochoq sifatidagi tasavvurlar o‘rnashib qoldi.

U AQSHga nufuzli yirik olim sifatida yetib keldi va u yerdan ketishda ta’bir joiz bo‘lsa, «ma’bud» darajasiga ko‘tarildi. U qayerda paydo bo‘lmasin, afkor-omma uni iliqlik va samimiyat bilan qarshi olardi. Bunday martabaga erishish sabablaridan biri esa, olimning doimo juda kamtarin inson bo‘lganligi, hamda parishonxotir, lekin yuksak zehn-zakovatli daho timsolida namoyon bo‘lishida edi. Bundan tashqari Eynshteyn o‘zining el orasidagi hurmat-e’tiboridan, adolatni qaror toptirish va ko‘pchilik allaqachon boy berilgan deb hisoblagan umumbashariy ma’naviy qadriyatlarni uchun kurash yo‘lida ustamonlik bilan foydalanar edi. Albatta, faol fuqarolik pozitsiyasini namoyon qilib yashash, ilm-fan kishisi uchun ortiqcha fazilat deb qaraydiganlar ham ko‘plab topilardi. Olimning do‘sti Maks fon Laue unga qarata shunday degan edi: «*Senga siyosatga aralashib nima zarur edi?! Men sening g‘oyalaringni tanqid qilmoqchi emasman. Lekin, mening fikrimcha, intellektual salohiyat egalari bunday narsalardan uzoqroqda yurishlari lozim. Siyosiy o‘yinlar boshqa qoidalar asosida o‘ynaladi va ilmiy tadqiqotlardan mutlaqo farq qiluvchi voqe’likka asoslanadi...*»

Yevropani qamrab olib qaqshatayotgan qonli urush alangasini va g‘oyaviy bo‘hronlarni kuzatar ekan, Eynshteyn siyosatchilarning fikriy so‘glomligiga ishonib qolish, ommaviy ravishda o‘z joinga qasd qilish bilan barobar ekan degan xulosaga keldi. Uning tinchlikni ta’minlash va birodarkushlikka barham berish, bag‘rikenglik va insonparvarlik singari umumbashariy qadriyatlarini targ‘ib etishga qaratilgan ko‘plab chiqishlarini, sobiq vatandoshlarining aksariyati g‘azab bilan qarshi olishdi. Uning 1950-yillarda senator Jozef Makkarti tomonidan e’lon qilingan «alvasti ovi»[1] (inglizcga «witch-hunt»)da ziyolilarni qatnashmaslikka chorlovlari esa AQSH hukumron doirasidagi baobro‘ shaxslarning palagini bosgani edi. Eynshteyn o‘z hatti-harakatlarida idela nemis ham, namunali amerikalik ham bo‘lolmadi, lekin u doimo samimiy va haqiqatparvar bo‘lib, bu hislatlari ko‘p hollarda o‘zi uchun boshog‘riqlar keltirardi.

1933 yilning 16-oktyabrida Albert va Elza, Yevropaga qilingan qisqa tashrifdan keyin yana Nyu-Yorkka qaytib kelishdi. Ellikka yetib qolga olim, yana bir

[1] 1950-yillarda AQSHda senator Jozef Makkarti (1908-1957) tashabbusi bilan boshlangan va davlat miqiyosida avj olgan siyosiy ta’qib harakati (kampaniya). Unga ko‘ra, davlat va hukumat mafkurasidan o‘zgacha fikrlaydigan, siyosiy va g‘oyaviy qarashlari amaldagi hukmron doiralar namoyondalarining g‘oya va fikrlaridan farq qiluvchi kishilarni jismonan va ma’nan ta’qib etilgan. Bu jarayon tarixda «makkartizm erasi» (1950-54) sifatida nom qoldirgan davrning timsollaridan biridir – *tarjimon izohi*.

bora (oxirgi bora) o‘zining yangi akademik ish joyi – Prinston Ilg‘or tadqiqotlar Instituti muhitiga ko‘nikishi lozim edi. Uning keyingi barcha ilmiy faoliyati ushbu institut bilan chambarchas bog‘liq bo‘ldi. Institutning me’moriy yechimi Elzani behad hayratlantirgan edi: «*Bu joy juda maftunkor va Oksford uslubidagi inglizcha muhit hukmron ekan*». Lekin ba’zi olimlar Prinstonni aqliy salohiyatni ko‘mish uchun qabriston deb hisoblar edilar. Ularning fikricha, mazkur institutda pedagogik yuklamalarning haddan tashqari og‘irligi va tajribakor amaliyotchi olimlar bilan uzviy aloqalarning deyarli yo‘qligi har qanday darajadagi iste’dodni ham bo‘g‘ib oldiradigan holatda bo‘lgan.

Eynshteynning jamoatchilik ishlari bilan bandligi ortgani sayin, fiziklar orasida uning ilmiy faoliyatiga bo‘lgan qiziqish so‘nib bormoqda edi. Abraxam Pays ismli olim zarrachalar tabiatiga bag‘ishlangan ilmiy konferensiya oldidan buyuk fizik Eynshteynni kirish eshiklari oldida, olomon orasida navbatda turganini ko‘rib hayratlanib ketganini yashirolmagan edi. Agar mabodo Eynshteyn ham o‘zining Bernda o‘qigan ma’ruzalari oldidan eshik oldida turib bo‘sh o‘rindiq qidirayotgan tinglovchilar orasida Nyutonni ko‘rib qolganida shunday ahvolga tushgan bo‘lardi.

Elektromagnetizm va gravitatsiya nazariyasini umumlashtirishga intilar ekan, Eynshteyn Maksvell tenglamalarining geometrik talqinlarini ishlab chiqdi (biroq u kuchli va kuchsiz yadroviy o‘zaro ta’sirlarni e’tobrdan chetda qoldirgan edi). Biroq uning topqirlik bilan ishlab chiqqan sxemalari baribir kvantlarning g‘ayrioddiy hatti-harakatlarini tushuntirib berolmasdi: Geyzenbergning noaniqlik tamoyili gravitatsion maydon tenglamalari bilan hecham uyg‘unlik kasb etolmayotgandi.

Eynshteyn mashaqqat bilan yig‘ib chiqqan ulkan ilmiy mozaika, yoki pazzlning ayrim fragmentlari hozirgi kngacha baribir topilmadi. Biroq uning o‘zi istagan so‘nggi ilmiy g‘oyalardan biri – elektromagnetizm va gravitatsiya maydoni nazariyasini umumlashtirish g‘oyasining muvaffaqiyatsizlikka uchrashining bosh omili sifatida, olimning yadro fizikasiga kam e’tibor qaratgani, yoki u bilan qiziqmaganligi aytiladi. Yadro fizikasi esa tobora kun tartibidagi eng dolzarb masala bo‘lib borayotgan edi.

Bu yerda meni almisoqdan qolgan, qarib so‘qir va gung kimsaga aylangan qariya deb hisoblashadi...

Eynshteynning Maks Bornga yo‘llagan maktubidan.

1939 yil iyul oyi o‘rtalarida ikki vengr olimlari Leo Silard (1898-1964) va Yudjin Vigner (1902-1995), Pekonik ko‘rfazidan ikki qadam narida joylashgan Nassau shahrida yozni o‘tkazayotgan olim Eynshteynni yo‘qlab tashrif buyurishdi. Silard va Eynshteyn eski tanishlar bo‘libgina qolmay, balki eski hamkorlar ham

edilar. Bir vaqtlar ular barcha xonadonlar uchun o‘rnatilishi mumkin bo‘ladigan maishiy muzlatgich modeli ustida tijoriy loyiha boshlab qo‘yishgandi. Biroq, bu galgi uchrashuvdan maqsad boshqa bo‘lib, uning muddaosi uran izotoplaridan birning (235U) neytronlar bilan bombardimon qilinishidan olingan natijalarni muhokama qilsihdan iborat edi. Uran iztopini neytronlar bombardimon qilinganida, kripton yoki bariy singari nisbatan yengil kimyoviy elementlar hosil bo‘lib, bulardan tashqari, bombardimonni davom ettirish uchun qo‘llash mumkin bo‘ladigan yana ikki yoki uchta neytronlar ham qolar edi. Bundan esa, yana keyingi qism uran izotoplarini bombardimon qilish mumkin. natijada har safar nishonga borib urilgan neytronlardan yana va yana yangi neytronlar hosil bo‘laveradi, uran yadrosi parchalanib, ulkan miqdordagi energiya ajralib chiqishi bilan kechuvchi zanjir reaksiyasi boshlanib ketadi. Ajralib chiqqan energiyani esa turli-tuman maqsadlarda qo‘llash mumkin. Olimlar Silard Vigner, agar ushbu kashfiyot mal’un Gitlerning qo‘liga tushsa, u eng qabih maqsadlarda qo‘llanishi mumkinligidan xavotirda edilar. Aksiga olib, Yevropadagi eng ulkan uran konlari ham, bu vaqtga kelib allaqachon uchinchi reyx tomonidan egallab olingan Chexoslovakiya hududlarida joylashgandi.

Ko‘pchilik mutaxassislar $\boldsymbol{E=mc^2}$ formulasi atom bombasi nish urib chiqishiga sabab bo‘lgan urug‘lik deb hisoblaydilar. Lekin Eynshteynning o‘zi Silardni tinglab ko‘rib: «*Men bu haqida umuman o‘ylamagan ham edim!*» - deb xitob ilib yuborgan ekan. Materiyada konsentratsiyalangan ulkan energiya zahiralarini aniqlashni o‘zi bir masala, uni ajratib olish mexanizmini o‘ylab topish esa – boshqa masala. Energiyaning massaga va aksincha masaning energiyaga aylanib almashinib turishi tabiatda har on va har lahzada, uzluksiz sodir bo‘lib turadi va 1905 yili Eynshteyn o‘zining mashhur formulasini kashf qilgan vaqtida, zanjir reaksiyasi haqida umuman xayol ham qilmagan. Uning kashfiyotida 27 yil o‘tgandan so‘nggina Jeyms Chedvik neytronlarning mavjudligini aniqladi va yadro fizikasi yuzaga keldi. Zanjir reaksiyasi asosidagi atom bombasi haqidagi g‘oya esa yozuvchi Gerbert Uelsning «Ozod qilingan olam» romanida 1914 yilda bayon qilingadi.

Nassaudagi maslahatlashuvlardan so‘ng Eynshteyn, AQSHning o‘sha vaqtdagi prezidenti Franklin Delano Ruzveltga uran zahiralarini g‘amlash va fizik-yadroshunoslarni qo‘llab-quvvatlash kerakligi haqidagi maslahat va takliflar bitilgan maktub yo‘lladi. Biroz ikkilanishlardan so‘ng, oradan ikki yil o‘tib Ruzvelt baribir Manxetten loyihasini boshlashga qaror qildi. Bu voqea 1941 yilning dekabr oyida, Pirl-Xarbor bombardimon qilinishidan roppa-rosa bir kun avval bo‘lib o‘tgandi.

Eynshteynning AQSH yadro dasturidagi ishtiroki, o‘sha ilk maslahat xati bilan cheklandi. Uning hukumatdagilar nazdidagi «ishonchsiz» shaxsiyati, hamda, davlat yo‘nalish olgan siyosiy kursdan farq qiluvchi ijtimoiy-siyosiy qarashlari ro‘kach qilinib, hukmron doiralarda Eynshteynni Manxetten loyihasiga yaqinlashtirmaslikka qaratilgan urinishlar avj olgan edi. Eynshteynning yadro

dasturiga ikkinchi bora aralashuvi faqat Xirosimaga atom bombasi tashlanishidan keyin sodir bo‘lgan.

O‘sha ondayoq Eynshteyn o‘zining Ruzveltga yo‘llagan maslahati haqida yodga oldi. «*Agar men nemislarning atom bombasini eplolmasliklarini bilganimda edi, bu haqida* (Ruzveltga) *kiprik qoqmagan ham bo‘lardim*»

Albert Eynshteynning 2-avgust 1939 yilda, prezident Franklin Delano Ruzveltga yo‘llagan tarixiy maktubidan parcha.

Ser!

Olimar Fermi va Silardlarning yaqin orada amalga oshirgan ba’zi ilmiy ishlarining menga xabar qilingan ba’zi natijalariga ko‘ra, uran elementi yaqin kelajakda energiyaning yangi va muhim manbaiga aylanishi ehtimoli mavjud. [...]

Fransiyada Jolio va Amerikada Silard hamda Fermilarning so‘nggi to‘rt oy mobaynida olib borgan izlanishlari evaziga uranning yirik massasi bilan amalga oshiriluvchi zanjir reaksiyasini olsihga erishildi. Buning natijasida katta miqdirda energiya ajralib chiqishi va boshqa radioaktiv elementlar hosil bo‘lishi mumkin. Ushbu muddao ham eng yaqin kunlarda amalda qo‘limizda bo‘ladi deb hisoblasa bo‘ladi.

Bu hodisa esa yadro bombalarining – favqulodda qudratli bombalarning paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Biroq, kemada olib borilgan va portda portlatilgan bunday bomba, butun portni yaqin atrof hududlari bilan qo‘shib vayron qilib tashlaydi. [...]

Ushbularni inobatga olgan holda Siz, Amerikda zanjir reaksiyasi muammolari bilan shug‘ullanayotgan olimlar bilan hukumat o‘rtasida aloqalar o‘rnatilishi lozim ekanligiga qanday qaraysiz? [...]

Menga ma’lumki, Germaniya o‘zi bosib olgan Chexoslovakiyadagi konlardan qazib olingan uranning sotilishni to‘xtatib qo‘ydi. Agar uran bilan bog‘liq Amerika tajribalarini o‘zlashtirishga urinayotgan Berlindagi kayzer Vilgelm Insitutiga Germaniya tashqi ishlar vazirining o‘g‘li fon Veytszekerning safarbar etilganini e’tiborga olsak, nemislarning bunday qadamlarining sabablari oydinlashadi. [...]

Men uchinchi jahon urushida qanday quroldan foydalanilishini bilmayman, lekin to‘rtinchisida toshbolta bilan jang qilinadi.

Eynshteynning 1949 yildagi intervyusidan.

Taxminan o‘sha vaqtlarning o‘zida Eynshteyn Silardga quyidagilarni yozadi: «*Bizlarning barcha hatti-harakatlarimizning oqibatlari nimalarga sabab bo‘lishini oldindan bilishning imkoni yo‘q, shuning uchun ham donishmandlar butun hayotlarini faqat mushohada yuritishga sarflaydilar*». Biroq, falokat sodir bo‘lib bo‘lgandi va Eynshteyn endi mushohada cho‘kib o‘tirmadi. U bolaligidanoq millatchilik va ayrimachilikdan qattiq jirkanardi. Uning fikricha, endilikda atom bombasi hamda hukumatdagi amaldorlarning kaltabinligi uyg‘unlashsa, yer yuzida shunday qirg‘inbarot urush yuzaga kelishi mumkinki, bunday urush insoniyat tarixida faqat birinchi marta va so‘nggi marta yuz berishi kafolatlanadi. Olim o‘z chiqishlarida imkon bo‘lishi bilanoq, qurollanish poygasiga barham berish, tinchlikparvarlikni targ‘ib etish, hamda, darajasi milliy manfaatlardan ham ustun turishi lozib deb hisoblagan – yadroviy energiyadan foydalanishni nazorat qiladigan ichki va tashqi siyosat yo‘nalishlarini amalga joriy etish haqida bot-bot ta’kidlardi. Olim yana bir yagona tizimni tashkil qilishni orzu qilmoqda edi. Faqat endi u bu safar ilm-fan sohasida emas, balki xalqaro siyosatga taaluqli g‘oyalarni ilgari surmoqda edi. Agar tabiatning fundamental kuchlari o‘zaro mukammal muvozanat va uyg‘unlikda ekan, unda jahon xalqlari ham o‘z erkinlik-ixtiyorlarining bir qismini yagona umumbashariy g‘oya atrofida birlashtirishga sarflashlari mumkin deb hisoblardi olim.

Yakun.

Eynshteynning o‘z hayoti singari, uning fizikasi ham asta-sekin o‘tmishga aylanib borardi. Elza 1936 yil milod bayramigacha yeta olmadi – unda infarkt yuz berdi. Mileva 1948 yil yozida insultdan qazo qildi. Olimning singlisi Maya 1951 yil 25-may kuni pnevmoniya tufayli olamdan o‘tdi. Mishel Besso esa 1955 yil 15-mart kuni trombozdan keyin jon berdi. Eynshteyn yolg‘izlik haqida ko‘p gapirgan bo‘lsa ham, u bunday yolg‘izlanib qolishini o‘ylamagan edi. U yetib kelayotgan nemis qochqinlari haqida doimo g‘amxo‘rlik qilishga urinar va vaqt o‘tgani sayin o‘z yaqinlaridan ayrilib borayotganidan qattiq iztirobga tushardi. Qayg‘u va alamlarning yukuni yengillatish maqsadida olim butun fikri-zikri bilan ishga shong‘ib ketardi. Kunlarning birida do‘sti Pol Erenfest Eynshteynga «*Senga hech kim kerak emas*» qabilida kinoya qiligan ekan. Bunga javoban Eynshteyn: «*Menga sening do‘stliginig kerak va sen o‘ylaganingdan ham ko‘proq kerak*» - deb javob beradi.

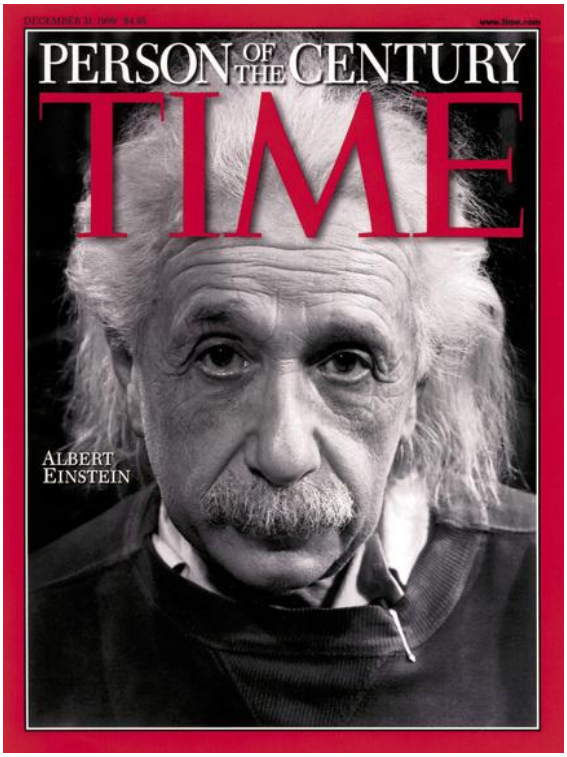
U yillar o‘zining imkoniyatlarini cheklab qo‘yagini yaxshi anglardi va diqqatini fizikani «geometriyalash»ga qaratdi. Ilm-fan Eynshteynning eng birinchi va eng uzoq davom etgan ishqibozlik manbaiga aylandi va u uni hayotining so‘nggi lahzalarigacha tark etmadi. Har tong olim o‘zining Prinston Institutidagi xonasiga kirib kelar ekan, kecha tunda qoralagan yangi tenglamalari taxlami bilan ishga sho‘ng‘irdi.

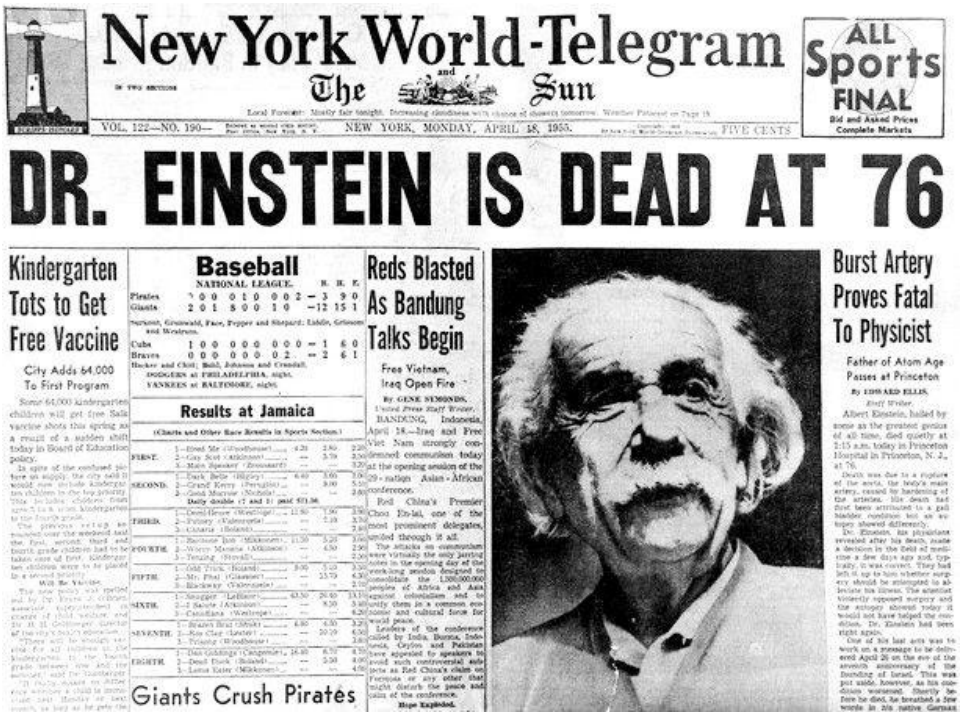
1955 yil 13 aprel oqshomida Albert Eynshteyn to‘satdan bo‘shashib qoldi. Qorin bo‘shlig‘i aortasi anevrizmi uni oxirgi yetti yil davomida qiynab kelmoqda edi va oxiri tomir bardosh berolmay yorilib ketdi. Ichki qon ketish sodir bo‘ldi. Kuchli og‘riqlarga qaramasdan olim operatsiyadan voz kechdi: «*Men o‘z vaqti yetganida ketishni istayman. Hayotimni sun’iy uzaytirish menimcha telbalik bo‘lsa kerak. Men o‘zimning Yerdagi vazifamni bajarib bo‘ldim. Mening vaqtim bitdi va men munosib ravishda ketmoqchiman*». Juma kuni uni Prinston kasalxonasiga borishga va hech bo‘lmasa og‘riqsizlantiruvchi muolaja qilishga ko‘ndirishdi. Biroz vaqt o‘tib, buyuk olimning tanasi omonatini topshirdi.

Albert Eynshteynning Berkli universitetida gidravlikdan dars berayotgan katta o‘g‘li Gans Albert, otasini so‘nggi yo‘lga kuzatish uchun butun mamlakatni kesib o‘tdi. Ularning o‘zaro munosabatlari butun hayotlari davomida bir xil bo‘lmagandi. Biroq, AQSHda qayta topishganlaridan keyin barcha eski gina-kudratlarni orqaga tashlab, samimiy ota-bola aloqalarini tiklashgan edi. Gans Albertning yuragida chuqur chandiq qoldirgan yarasi – onasi va otasining ajrashib ketganliklari, butun umri davomida unga doim eng yoqimsiz xotira bo‘lib qolgan. Kenja o‘g‘li bilan vidolashuv Eynshteynga nasib etmagan. Eduardning 20 yoshligida varchlar unga «shizofreniya» tashxisini qo‘yishdi va o‘shandayoq olim o‘z o‘g‘lini endi butunlay yo‘qotgan deb hisoblay boshlagandi. Shveytsariyadagi klinikada davolanayotgan o‘g‘li haqida Eynshteyn doim qayg‘urgan. Qarindoshlari va do‘stlari oldida uning uchun (uning hatti-harakatlari uchun) javob berardi va lekin savdoyi farzandining o‘zi bilan hecham o‘zaro tushunmovchiliklarni yo‘q qila olmadi.

Yoshini yashab bo‘lgan odam uchun o‘lim aslida xalos bo‘lishlikdir. Men o‘zim qarib qolganimda aynan shu narsani ochiq-ravshan his qilmoqdaman va endlikda o‘limga nisbatan, bir kun kelib baribir to‘lash kerak bo‘lgan eski qarz sifatida qaramay qo‘ydim.

Eynshteynning Prinston Universiteti biologiya professori Gerxard Fankxauzerga yozgan xatidan.





New York World-Telegram and The Sun

ALL Sports FINAL

VOL. 122—NO. 190— NEW YORK, MONDAY, APRIL 18, 1955. FIVE CENTS

DR. EINSTEIN IS DEAD AT 76

Kindergarten Tots to Get Free Vaccine

City Adds 64,000 To First Program

Baseball

NATIONAL LEAGUE.

										R.	H.	E.
Pirates	1	0	0	0	1	0	0	0	2	3	9	0
Giants	2	0	1	5	0	0	1	0	1	12	15	1

Surkont, Grunwald, Face, Pepper and Shepard; Labbe, Grissom and Westrum.

Cubs	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
Braves	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	1

Hacker and Cole; Buhl, Johnson and Crandall.

DODGERS at PHILADELPHIA, night.

YANKEES at BALTIMORE, night.

Results at Jamaica

(Charts and Other Race Results in Sports Section.)

FIRST.	1—Head Me (Woodhouse)	4.20	2.80	2.20
	2—Gay Scot (Atkinson)	—	3.70	2.30
	3—Main Speaker (Broussard)	—	—	3.20
SECOND.	1—Dark Belle (Higley)	4.40	3.00	2.40
	2—Grand Kenny (Perugini)	—	3.00	5.20
	3—Good Morrow (Nichols)	—	—	3.60
	Daily double (7 and 1) paid $71.30.			
THIRD.	1—Dead Heave (Westlage)	12.80	7.60	3.20
	2—Pulsey (Valenzuela)	—	7.10	3.70
	3—Canaria (Bolanis)	—	—	2.40
FOURTH.	1—Harbour Isle (Mikkonen)	11.50	5.20	3.60
	2—Worry Maestro (Milione)	—	4.50	2.90
	3—Tenzing (Sovall)	—	—	2.00
FIFTH.	1—Odd Trick (Round)	9.90	5.10	3.20
	2—Mr. Phil (Glasser)	—	15.70	4.30
	3—Blackway (Valenzuela)	—	—	2.10
SIXTH.	1—Snagger (LaBoon)	43.50	26.60	13.10
	2—I Sacre (Atkinson)	—	9.30	3.40
	3—Casablana (Westlage)	—	—	8.20
SEVENTH.	1—Brazen Brat (Stitt)	4.80	4.30	3.20
	2—Rose Clay (Lester)	—	10.10	6.30
	3—Triangle (Woodhouse)	—	—	3.80
EIGHTH.	1—Dan Giddings (Calzaretta)	14.80	6.70	4.70
	2—Dead Flush (Boland)	—	5.50	4.00
	3—Lama Kaiser (Mikkonen)	—	—	4.00

Giants Crush Pirates

Reds Blasted As Bandung Talks Begin

Free Vietnam, Iraq Open Fire

By GENE SYMONDS.

United Press Staff Writer.

BANDUNG, Indonesia, April 18.—Iraq and Free Viet Nam strongly condemned communism today at the opening session of the 29-nation Asian-African conference.

Red China's Premier Chou En-lai, one of the most prominent delegates, smiled though it all.

The attacks on communism were virtually the only jarring notes in the opening day of the week-long session designed to consolidate the 1,200,000,000 peoples of Africa and Asia against colonialism and to unify them in a common economic and cultural force for world peace.

Leaders of the conference called by India, Burma, Indonesia, Ceylon and Pakistan have appealed to speakers to avoid such controversial subjects as Red China's claim on Formosa or any other that might disturb the peace and calm of the conference.

Stops Explosion.

Burst Artery Proves Fatal To Physicist

Father of Atom Age Passes at Princeton

By LYNN ARD ELLIS.

Staff Writer.

Albert Einstein, hailed by some as the greatest genius of all time, died quietly at 2:15 a.m. today in Princeton Hospital in Princeton, N. J., at 76.

Death was due to a rupture of the aorta, the body's main artery, caused by hardening of the arteries. His death had first been attributed to a gall bladder condition but an autopsy showed differently.

Dr. Einstein, his physicians revealed after his death, made a decision in the field of medicine a few days ago and, typically, it was correct. They had left it up to him whether surgery should be attempted to alleviate his illness. The scientist violently opposed surgery and the autopsy showed today it would not have helped the condition. Dr. Einstein had been right again.

One of his last acts was to work on a message to be delivered April 26 on the eve of the seventh anniversary of the founding of Israel. This was not usable. However, as his condition worsened. Shortly before he died, he breathed a few words in his native German.

Yuqorida chapdagi fotosuratda: **Eynshteyn o‘zining 70-yillik tavalud kunini nemis qochqin bolalari davrasida nishonlamoqda**.

Yuqorida o‘ngdagi fotosuratda: **«Time» jurnalining 1999 yil dekabr soni muqovasi. Unda Eynshteyn XX-asrning eng buyuk tafakkur egasi deb e’lon qilingan**.

Pastdagi fotosuratda: **Gezetada olim Eynshteynni vafoti haqida ma’lum qininmoqda**.

Eynshteynda serhashamlik va dabdabaga nisbatan «allergiya» bor edi va u o‘z dafn marosimining asosiy qahramoni bo‘lishni itamadi. Uning vasiyatiga muvofiq, olimning jasadi o‘tda yondirildi, kuli esa shamolga sovurildi. O‘limi oldidan u so‘nggi bora va o‘zi istamagan holda barchaning ustidan kulib ketdi: olim o‘zining so‘nggi so‘zlarini tungi navbatchi hamshiraga pichirlab aytib ketdi. Aksiga olib o‘sha hamshira nemischani zig‘ircha ham bilmaydigan ayol bo‘lib, hozirgina marhumlar olamiga ko‘chgan buyuk insonning oxirgi gaplarini mutlaqo tushunmagan va tarix uchun saqlab qo‘ymagan.

Albert Eynshteyn 1955 yil 18-aprel tongi otayotgan sahar vaqtida olamdan ko‘z yumdi. Uning yotgan joyidan o‘sha tunda qalam bilan chizib ulgurgan tenglamalardan iborat bir necha qog‘oz parchalari topilgan edi...

Eynshteyndan keyingi ilm-fan.

Nisbiylik nazariyasining postulatlari butun fizikaning ajralmas qismiga aylandi. Ular hatto kvant mexanikasi bilan ham til topishdi. Undan tashqari, kvantlar va Eynshteyn postulatlarining ittifoq qilinishi natijasida, pozitronlarning, ya'ni, neytronlarning musbat zaryadli egizaklari mavjudligi haqida ilmiy bashoratlar shakllantirildi. Pozitronlar tez orada kosmik nurlanishlar sohasida amalda kashf qilindi. Yuqorida ham ko‘rganimizdek, $\boldsymbol{E=mc^2}$ formula olam yuzni ko‘rgach, yadro fizikasida keskin yuksalishlar davri boshlandi. Avvaliga, massa va energiyaning ekvivalentligining bilvosita isboti, 1932 yilda litiy yadrosining protonlar bilan bomabrdimon qilinganida sodir bo‘ladigan parchalanishini tadqiq qilish davomida isbotlangan edi. 2005 yili Eynshteyn tenglamasi navbatdagi qat’iy sinovdan o‘tdi. Ilmiy tajriba davomida oltingugurtning eng oddiy izotoplaridan biri (^{32}S) neytronlar bilan bombardimon qilinadi. Natijada, oltingugurtning boshqa bir barqaror izotopi (^{33}S) ning qo‘zg‘atilgan holati hosil bo‘ldi va uning qaytadan muvozanat holatiga o‘tishda yuksak energiyali (γ) foton uchib chiqdi. Ushbu reaksiyaning tenglamasi quyidagicha: $\boldsymbol{n} + {}^{32}S \rightarrow {}^{33}S + \gamma$. Reaksiyagacha va reaksiyadan keyin o‘lchangan massa nisbatlari bilan foton energiyasini inobatga olgan holda hisob-kitob qilib ko‘rib, olimlar $\boldsymbol{E=mc^2}$ formulaning to‘g‘ri ekanligini 0.00004% darajagacha aniqlik bilan isbotladilar.

Vaqt o‘tishining sekinlashuvi, massaning ortishi va fazoning siqilishi, hozirgi kunda zaryadlangan zarrachalar tezlatgichlari uchun oddiy hol sanaladi. Bunday qurilmalar elektr energiyasining shunchalik katta miqdorini hazm qiladiki, o‘sha energiya butun bir shaharni ta’minlashga yetgan bo‘lardi. Lekin bunda shunday katta hajmdagi energiya hosil bo‘ladiki, u og‘ir zarrachalarga aylanib, lekin beqarorlikdan, soniyaning milliondan bir ulushlariga teng vaqtda arang yashaydi xolos.

Hozirgi kunda ham, umumiy nisbiylik nazariyasi gravitatsiyaning eng muvaffaqiyatli nazariyasi bo‘lib qolmoqda. Biroq, mazkur o‘zaro ta’sirni unga

qardosh bo‘lgan boshqa nazariyalar – elektromagnit o‘zaro ta’sir, kuchli va kuchsiz yadroviy o‘zaro ta’sirlar singari, maydonning kvant nazariyasi qanoti ostida ravnaq topayotgan nazariyalardan uzoq holi titub bo‘lmaydi. Maydonning kvant nazariyasi esa – maxsus nisbiylik nazariyasi va kvant nazariyalarining eng muvaffaqiyatli ittifoqi desak mubolag‘a bo‘lmaydi. Yuqorida sanab o‘tilgan barcha to‘rttala kuchlarni yagona konsepsiya ostida birlashtirish – «yaxlit nazariya», yoki, «yakuniy nazariya»ni barpo etish g‘oyasi, zamonamiz fiziklari uchun ham tinchlik bermayotgan eng oliy maqsad-muddaolar sirasiga kiradi. Ushbu muddaolar istiqboli uchun eng maqbul yo‘nalishlardan biri esa, olamni qo‘shimcha, yoki, yangi o‘lchamlari bilan ifodalanadigan manzaralarini tasvirlovchi turli xil stringlar nazariyasi qaralmoqda. Agar bu boradagi tadqiqotlar o‘zini oqlasa, bizning nisbiylik nazariyasi haqidagi tasavvurlarimiz yana ham sezilarli o‘zgaradi.

To‘lqinlarda***

1918 yili Eynshteyn o‘zini qiynayotgan oshqozon g‘alizligidan chalg‘ish maqsadida o‘zidan avvalgi ikki buyuk olimlar – Lorents va Puankarelar ro‘baro‘ kelgan masala – gravitatsion to‘lqinlarning mavjudligi haqida fikr yurita boshladi. Elektromagnit maydonning bir nuqtasidagi og‘ish, maydonning boshqa qismlariga elektromagnit to‘lqinlar vositasida uzatiladi. Aynan shunga o‘xshash narsa zamon va makonning geometrik deformatsiyalanishi (massa taqsimotida o‘zgarish yuz berishi) bilan ham takrorlanadimi? Gravitatsion to‘lqinlar, agar, ular haqiqatan ham tabiatda mavjud bo‘lsa, ular materiya bilan amalda hech qanday o‘zaro ta’sirga kirishmaydi. Elektr zaryadlariga ta’sir ko‘rsatuvchi yorug‘lik nurlaridan farqli ravishda, gravitatsion to‘lqinlar massaga ta’sir ko‘rsatishi lozim edi. Shveytsatriyalik fizik Daniel Sigg so‘zlariga qaraganda, kuzatish imkoni bor effektlarning juda kamligining sababi, «*ajralib chiqayotgan energiyaning kichikligida emas,* (*-aksincha ushbu energiya o‘ta ulkandir*) – *balki, zamon va makonning* ***qattiq muhit*** *ekanligi tufaylidir*». Elektromagnit nurlanishlar fazoda tarqalib ketadi, lekin, gravitatsion to‘lqinlarga kelsak, ularning tarqalishidan, zamon-makon uyg‘unligining o‘zi titrash (vibratsiya) sezishi kerak. Burgut yulduz turkumidagi biri boshqasining atrofida aylanayotgan ikkita neytron yulduzlarning aylanish davrining sekin-astalik bilan kamayob borayotganligi, gravitatsion to‘lqinlarning mavjudligining bilvosita isboti sifatida qaralishi mumkin ekan. Agar zamon-makon uyg‘unligining egrilanishlari gravitatsin to‘lqinlar yordamida uzatiladigan bo‘lsa, unda bizning hozirgi zamon fiziklarimiz hozircha bu hodisani o‘lchash imkoniga ega emaslar. Biroq bu faktdan, hozirda aniq kuzatilayotgan hodisa – yulduzlarning energiya yo‘qotishlari bilan kechuvchi o‘zaro yaqinlashishlari jarayonini tushintirish mumkin. To‘lqin nazariyasi yordamidagi taxmin qilinayotgan koinot tizimlari tadrijiy taraqqiyoti haqidagi g‘oyalar, zamonaviy astronomik kuzatuvlar natijalari bilan muvofiq kelmoqda.

***Ushbu o‘rinda keltirilgan ma’lumotlar, ya'ni, tabiatda gravitatsion to‘lqinlarning mavjudligi haqida Eynshteyn bildirgan ilmiy bashorat – usbu kitobning asl ispancha varianti dunyo yuzini ko‘rgan 2012 yildan keyin, oradan ikki yil o‘tib, 2014 yilda amaliy tajribada qat’iy isbotlangan. Shu sababli bu o‘rinda keltirlgan ma’lumotlarga qo‘shimcha ravishda, kitobning o‘zbekcha tarjimasi xotimasida Eynshteyn yuksak zakovatining yana bir mahsuli – gravitatsion to‘lqinlar mavjudligi isbotlangani haqidagi maqolani ilova qilamiz.

Nisbiylik nazariyasi yulduzlarni va galaktikalarni, kvant mexanikasini, atomlarni va kvarklarni boshqaradi. Taxmin qilinishicha, ushbu soahalrning tutashuv nuqtasi, g‘ayrioddiy hodisalarning barcha spektrini kezib o‘tgan holda, fanda plank uzunligi deb nomlanuvchi 10^{-35} m o‘lchamga to‘g‘ri kelar ekan. Gap borayotgan o‘lcham shu darajada kichikki, uni tasavvur qilishning o‘zi mushkuldir. U taxminan DNK spirali diametriga tengdir. Shunday kichik miqyosda nimalar sodir bo‘lishini bilib olish uchun esa, 10^{16} TeV energiya (taxminan 500 kVt·soat) energiya zarur bo‘ladi. Jeneva yaqinidagi katta adron kollayderi (CERN) – jahondagi zarrachalarni tezlatgich qurilmalar ichida eng qudratlisi bo‘lib, u 7 TeV gacha energiya iste’mol qiladi.

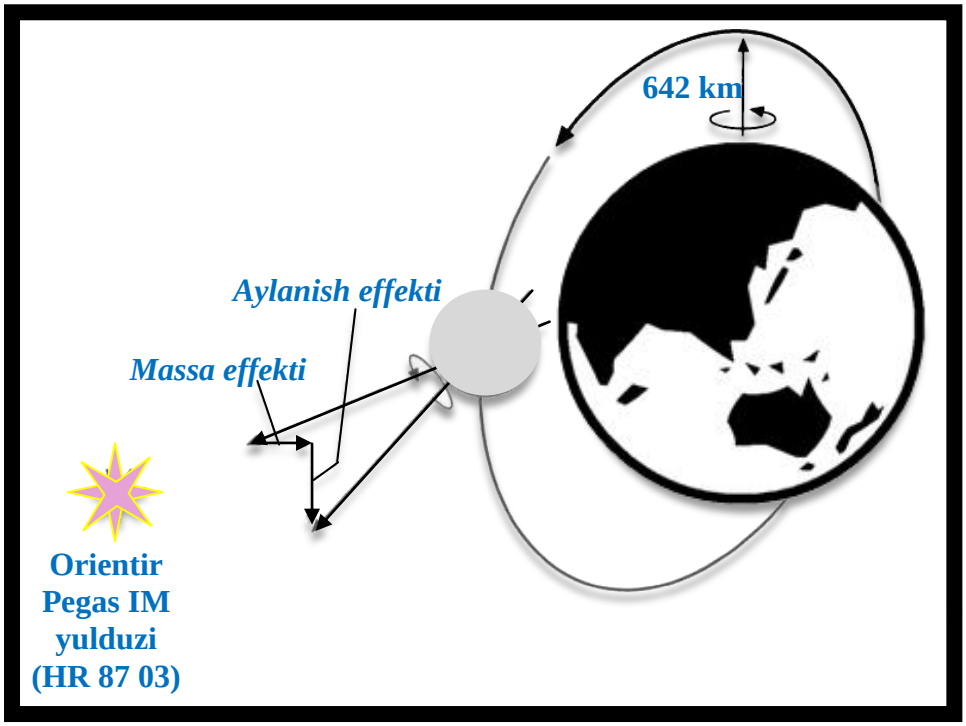
Balki Plank shkalalarida zamon-makon uyg‘unligi ham uyg‘unlikdan mosuvo bo‘lib, bo‘laklarga bo‘linishi mumkin. Ehtimolki undagi kvant tabiati nisbiylik tamoyillariga muvofiq kelmas. Shunday bo‘lishi ham mumkinki, plank miqyosidagi juda-juda kichik masshtablarda, zarrachalar o‘zlarining string strukturalarini namoyon qilib, gravitatsiya esa ularning boshqa bir o‘zaro ta’sirlarida yuzaga chiqsa kerak. Biroq, ushbularni anglashga biz hozircha imkonsizmiz va bu imkonsizligimiz taasufki yaqin yillarda o‘z kuchida qoladi. Shunga qaramay fiziklar tabiatdan va tasodifiy ilmiy kashfiyotlardan najot kutib o‘tirshgani yo‘q va ular bizni o‘rab turgan atrof va koinotdan, borliqning eng inja sirlari haqida ozgina bo‘lsa ham belgi berish mumkin bo‘lgan jarayonlarni qidirmoqdalar, tinimsiz izlanmoqdalar. Biz olam tuzilishi haqidagi eng chuqur sir-asrorlar tomon kirib borishda davom etamiz.

Biz uchun shu zamonda ma’lum va mavjud bo‘lgan tekshiruv va ilmiy amaliy sinov-tajribalarining barchasidan, Albert Eynshteynning buyuk nisbiylik nazariyasi muvaffaqiyat bilan o‘tib bo‘ldi. Eynshteyn nazariyasi borasida bahs yuritish juda murakkab va mushkul, ayniqsa uning Nyuton nazariyasiga qanday nozik (zargarona) tarzda aniqlik kiritganini e’tiborga olsak, uning mohiyati yanada oydinlashadi. O‘z navbatida nisbiylik nazariyasini mukammallashtirish masalasii – zamonamiz amaliyotchi va nazariyotchi fiziklari uchun haqiqiy chaqiriqdir. Maxsus nisbiylik nazariyasi, uzoq vaqt mobaynida nazariyotchi fiziklar uchun orombaxsh jannatmakon go‘sha sifatida, amaliyotchi fiziklar uchun esa – a’rof, ya'ni, sinovlardan iborat arosat olami sifatida qaralib keldi. Ammo, lekin, biroq, so‘nggi o‘n yilliklarda vaziyat ancha o‘zgardi.

1962 yilda Irvin Shapiro, Eynshteynning uchta mumtoz nazariyalarini o‘zida umumlashtiruvchi «umumiy nisbiylik nazariyasining to‘rtinchi isboti»ni ilm-fan olamiga taqdim etdi. Unga ko‘ra, elektromagnit to‘lqini ulkan massali jism yaqinida, masalan, yulduz tevaragida o‘z taryektoriyasidan nafaqat og‘ar ekan, balki uning fazodagi to‘rt o‘lchamli (vaqt o‘lchamini kiritilganida) trayektoriyasining o‘zi ham izdan chiqib, harakat davomida kechika boshlar ekan. Buning sababi esa, og‘ma trayektoriyaning to‘g‘ri chiziqli trayektoriyaga qaraganda uzunroq ekanligida emas, balki, sof relyatvistik effekt bilan bog‘liq ekan. O‘z ilmiy g‘oyalarini isbotlash uchun

Shapiro shunday amaliy tajribaga qo‘l urdi: unga ko‘ra, Yerdagi kuzatuvchi koinotda Venera va Mars sayyoralari ishtirokidagi sayyoralar paradi yuz berishini poylashi kerak edi. Tajriba boshlanishida, mazkur sayyoralardan biri Quyosh bilan bir chiziqda va uning ortida joylashgan vaqt tanlanadi. Sayyora Quyosh ortidan ko‘rinish berishi bilan unga tomon Yerdan radiosignal yuboriladi va signalning sayyora sirtidan akslanib qaytishi qayd etiladi. Shapiro rejasiga muvofiq, radiosignalning Yerdan qo‘shni sayyora sirtigacha va undan akslanib yan Yerga qaytishda bosib o‘tgan yo‘li, sayyoralar orasida Quyosh bo‘lmagan vaqtdagidan uzunroq bo‘lishi va radiosignalning ham uzatish-qabul qilish davomiyligi ko‘proq vaqt talab qilishi lozim edi. Biroq, Shapironing barcha iddaolariga qaramasdan (Eynshteynning xato qilganligini isbotlash ajoyib ish bo‘lardi), tajriba yakunida nisbiylik nazariyasining to‘g‘ri ekanligi yana bir bora isbotlandi.

2004 yilning 20 aprel kuni NASA tomonidan orbitaga chiqarilgan «Gravity Probe-B» sun’iy yo‘ldoshining vazifasi, Yer massasi yaqinidagi zamon-makon egrilanishini va inersial sanoq tizimlarining kattalashuvi effektini o‘lchashdan iborat bo‘lgan. Mumtoz fizikaga asoslangan Nyuton fazosida Yer sirtidan 600 km masofada aylanayotgan sfera o‘z orientatsiyasini faqat bitta yo‘nalishda saqlab turishi lozim edi. Biroq, nisbiyalikka asoslangan to‘rt o‘lchamli Eynshteyn fazosida esa, sfera Yer yaqinidagi egrilanish ta’siriga uchrab, sekin-astalik bilan o‘z o‘qidan siljishga uchrashi kerak. «Gravity Probe-B» datchiklari bir yil davomida muttasillik bilan, deyarli ideal tarzda ishlangan to‘rtta kvarts sferalarning, tajriba avvalida Pegas yulduz turkumidagi yulduzlardan biriga orientirlab qo‘yilgan o‘qlaridan og‘ishi jarayonini o‘lchab, qayd etib bordi.



2004 yilda orbitaga chiqarilgan «Gravity Probe-B» sun’iy yo‘doshining vazifasi sayyoramiz massasi va aylanishining zamon va makonga qiladigan ta’sirini aniqlashdan iborat bo‘lgan. Sun’iy yo‘ldoshga nazorat nuqtasi sifatida o‘qlari IM Pegas yulduziga yo‘naltirilgan to‘rtta giroskop bilan jihozlangan. Giroskop o‘qlari vaziyatining o‘zgarishi - nisbiylik nazariyasini amaliy tajribada yana bir bora tasdiqladi.

Datchiklarning sezgirlik va aniqlik darajasi shunday ediki, ular sefralardagi o‘qning og‘ishi odam soch tolasi qalinligi darajasida o‘zgargan taqdirda ham, uni hatto 32 km masofadan turib ham qayd eta olardi. Mazkur orbital tajribaning yakuniy natijalari 2011 yilning may oyida e’lon qilindi. Unda loyiha rahbari, Stenford universiteti mutaxassisi Frensis Everitt bayonot berib, shunday degan edi «*Bizning ushbu muhim tajribani bajarishimizdan maqsadimiz, olam modelining Eynshteyn taklif qiligan variantini tekshirib, sinab ko‘rish edi. Va Eynshteyn sinovdan muvaffaqiyatli o‘tdi*».

Nisbiylik nazariyasi barpo etilganidan yuz yil o‘tib u vanihoyat bizning hayotimizda muqim amaliy o‘rin tuta boshladi. Hozirda aksariyat kommunikatsiya qurilmalarida mavjud bo‘lgan GPS funksiyalari, sun’iy yo‘ldoshlardan olingan ma’lumotlar asosida bizning turgan o‘rnimizni aniqlab bera oladi. olingan ma’lumotlar aniq bo‘lishi uchun, orbitadagi va Yerdagi soatlar sinxron ishlamog‘i darkor. Agar biz o‘z turgan joyimiznig GPS orqali 30 metr aniqlik bilan o‘rnatmoqchi bo‘lsak, unda ikkita nisbiy tuzatishlar haqida yodda tutishimiz zarur bo‘ladi. Avvalo, maxsus nisbiylik nazariyasi orqali tushuntiriladigan effekt - sun’iy yo‘dosh tezligi tufayli paydo bo‘ladigan signal kechikishini (7 mikrosoniya) inobatga olish lozim. Ikkinchidan esa, umumiy nisbiylik nazariyasi orqali tushuntiriladigan effekt – signalning oldinga o‘tib ketishi (45 mikrosoniya), ya'ni, gravitatsiya maydoni zichligi qanchalik kichik bo‘lsa, vaqtning o‘tishi ham shunchalik tezlashishi hodisasi (qizilga siljishni keltirib chiqaruvchi kechikish effektiga teskari effekt) e’tiborga olinishi shart. 20000 km balandlik masofasida – sun’iy yo‘ldosh orbitasidagi gravitatsiya, Yer sirtidagidan ko‘ra ancha past. Zamonaviy o‘rin anqilash (pozitsiyalash) tizimlarida mazkur fazaviy siljishlar muvofiqlashtiriladi.

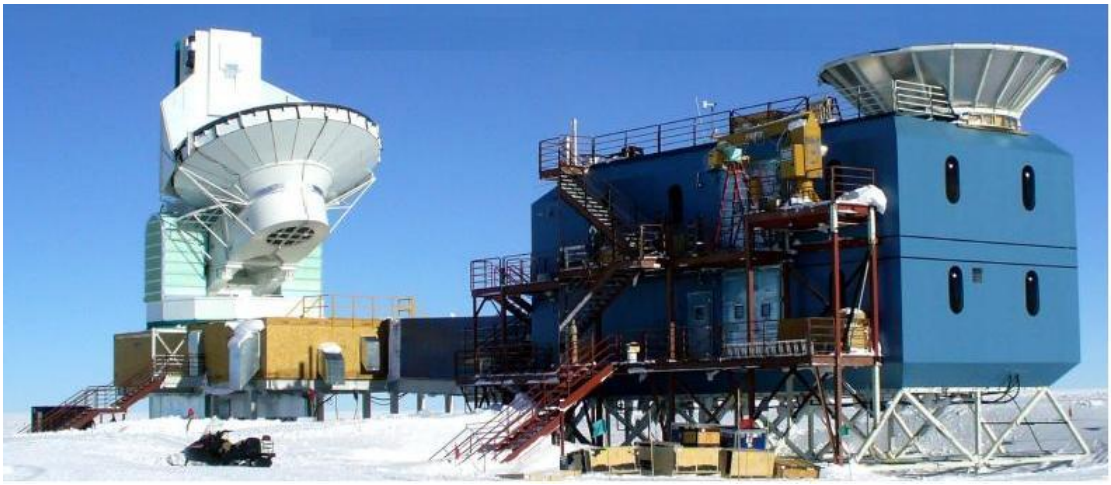
Nisbiylik nazariyasiga eng katta zarba bergan hodisa 2011 yil sentyabrida yuz berdi. O‘shanda yorug‘lik tezligidan katta tezlikka erishilgani haqidagi xabarlar paydo bo‘lgan edi. Katta adron kollayderida hosil qilingan neytrino, yer qa’rini teshib o‘tib, Rimdan 100 km masofada joylashgan cho‘qqi - Apenin tog‘larining eng yuksak nuqtasi bo‘lmish Gran-Sasso cho‘qqisi ostiga joylashtirilgan yerosti detektorlarida qayd etildi. Amaliy hisob-kitoblardan keyin olimlar kelgan xulosaga ko‘ra, neytrino yerosti detektorlariga muddatidan 60 nanosoniya avvalroq yetib kelgan ekan. Ushbu xabar o‘ta ehtiyotkorlik tarqatildi va katta shubhaar bilan qarshi olindi. Ayniqsa, Katta Adron kollayder va Gran-Sassodagi xronometrlarni sinxronlovchi mexanizm ishida nuqsonlar aniqlangach, mazkur xabarning haqiqatdan yiroq ekanligi ta’kidlana boshladi. 2012 yil iyunida esa, olimlar tomonidan berilgan bayonotga ko‘ra, o‘sha tajribada neytrino aslida erta kelmagani, anglashilmovchilik sababi esa o‘lchash natijalaridagi xatolik tufayli ekani tan olindi.

Lekin, hatto neytrino tezligi yorug‘lik tezligidan ham kattaroq bo‘lib, bu bilan u eski fizika qalqonini teshib o‘tdi deb qaralganida ham, nisbiylik nazariyasi baribir

hamon kuchlidir. Boshqa bir qator tajribalar seriaysida, nisbiylik nazariyasining to‘g‘ri ekanligi, Yer va Oy orasidagi masofaga nisbatan olgan atiga bir millimetr xatolik qilgan singari katta aniqlik bilan isbotlangan. Nisbiylik nazariyasi g‘oyalari bugungi zamon ilm-fanining qon-qoniga singib kirib bo‘ldi va endi har qanday holatda ham u, fanning qon tomirlarida doim qolaveradi. Xuddi Nyuton fizikasining yorug‘lik tezligiga taqqoslaganda ancha kichik tezliklar va kuchsiz gravitatsion maydonlar uchun doimo o‘rinli bo‘laverishi singari, Eynshteyn fizikasi ham allaqachon egallab bo‘lingan ilmiy hudud sanaladi.

Ilm-fan xuddi sayqallovchi dastgoh kabidir. U yildan- yilga olam tuzilishi haqida yana va yana aniqroq ma’lumotlarga ega bo‘lib boradi. Nyuton g‘oyalarida bugungi zamon fizikasi kurtak ochgandi. Kavnt va relyatvistik nazariyalar esa, yanada qiziq va kutilmagan xulosalarni taqdim etishda davom etmoqda. Fizikaning chexrasi yana bir necha yillardan keyingi qanday bo‘lishini kim ham bilardi? Biroq bir narsa hozirdanoq juda yaxshi ma’lum: Eynshteynning vaqt, fazo va gravitatsiyasi yagi zamon kashfiyotlarining nurida ham albatta o‘z shu’lasiga ega bo‘ladi.

Ilova:
Gravitatsion to‘lqinlar mavjudligi isbotlandi!



To‘lqin kelyapi! Osmonga qarang!

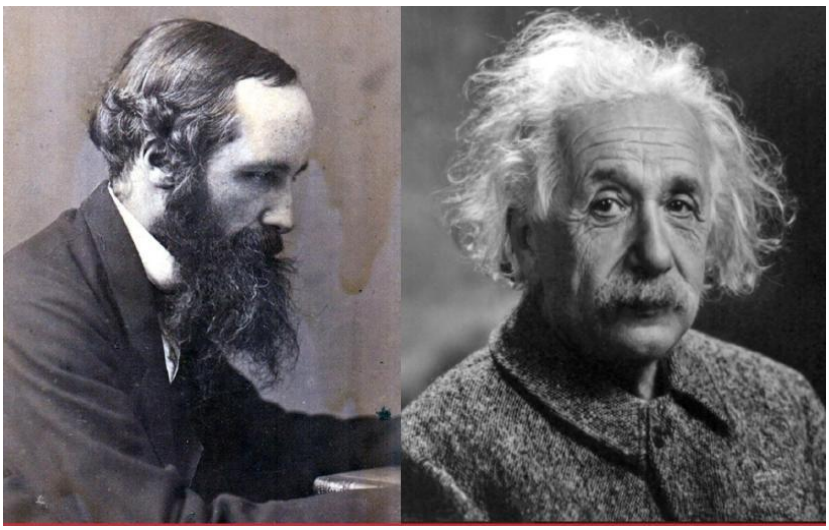
Fiziklar gravitatsion to‘lqinlarning tabiatda haqiqatan ham mavjudligi ilmiy tasdiqlangani haqida xabarlar tarqatishdi. Gravitatsion to‘lqinlar – daho olim Albert Eynshteynning ilmiy taxminlari (bashoratlari) ichida tasdiqlanishi uzoq kutilgan eng muhim nazariyalardan biri edi. Bu to‘lqinlar fazo-vaqt (zamon va makon) uzviyligining qo‘zg‘alishidan yuzaga keladigan o‘ziga xos to‘liqinlar bo‘lib, ushbu kashfiyot Olam taraqqiyotining eng inju bosqichlari haqidagi hozircha kamtarona bilimlarimizni yanada boyitishga xizmat qiladi.

Muqaddma: avvaliga faqat matematika bo‘lgan xolos.

Gravitatsion to‘lqinlarnining mavjudligi Eynshteyn taxmin qilib ketganligini yuqorida ta’kidlab o‘tdik. Fizikadan yaxshi xabardor bo‘lgan insonlar, XIX asrda elektromagnit to‘lqinlarning kashf etilishi ham shunga o‘xshash tarzda yuz berganligini yodga olgan bo‘lsalar ajab emas. Har ehtimolga qarshi o‘sha voqe’likni yana bir bor yodga olsak. Elektromagnit to‘lqinlarning tabiatda haqiqatan ham mavjudligi amalda isbotlanishidan ancha avval, aniqrog‘i, 1832 yilda o‘zi yetishgan olimlardan biri Maykl Faradey, Angliya Qirollik Jamiyati kotibiyatiga yozgan maktubida, tabiatda keng diapazonlarda tarqaluvchi elektromagnit to‘lqinlarning mavjudligi haqida mahfiy xabar bildirgan. Xabar aynan nima uchun maxfiy bo‘lganligi bizga qorong‘u. Ehtimolki Faradey, o‘zining taxminlarida ishonqiramasdan, agar elektromagnit to‘liqnlar haqiqatan ham aniqlansagina o‘z nomini ularning kashfiyotchisi sifatida biriktirishni maqsad qilgandir. Biroq uning maktubi kotibiyat arxivida 1937 yilgacha ochilmay chang bosib qolib ketdi. Natijada elektromagnit to‘lqinlarni kashf etish borasidagi uloqni o‘zgalar ilib ketishdi.

Elektromagnit to‘lqinlarning mavjudligi borasidagi navbatdagi, hamda, yanada mukammalroq ilmiy taxminni, Faradeydan deyarli 30 yil o‘tib boshqa bir daho olim Jeyms Klark Maksvell tomonidan ilgari surildi. Maksvell Faradeydan farqli o‘laroq, o‘z farazlarini kuchli matematik tasdiqlar bilan mukammallashtirib bayon etgan edi. Xususan u taklif qilgan tenglamalarda mazkur to‘lqinlarning tezliklarini ham hisoblash mumkin edi. O‘sha zamon olimlarining cheksiz hayratlariga sabab bo‘lib, Maksvell taxmin qilayotgan elektromagnit to‘lqinlarning tabiatda tarqalish tezligi, bungacha amaliy tajribalar orqali aniqlangan tezlik – yorug‘lik tezligi bilan juda yaqib bo‘lib chiqdi. Elektr va magnetizmning o‘zaro uyg‘unlashuvi hamda, elektromagnit to‘lqinlarning tabiatda mavjudligining aniqlanishi kabi olamshumul ilmiy ishlarni aynan Maksvell nomi bilan bog‘lanadi. Chunki Maksvell haqiqatan ham to‘g‘ri yondoshuv bilan bildirgan ilmiy farazlarining amaliy isboti o‘zini uzoq kuttirmadi. Elektromagnit to‘lqinlarning tabiatda mavjudligining amaliy isboti 1888 yili boshqa bir daho olim Genri Gers tomonida to‘laqonli namoyish etib berildi.

So‘nggi yillarda fizika fani, yangidan-yangi olamshumul kashfiyotlar bilan o‘z ixlosmandlarini xursand etishda davom etmoqda. Xususan, 2013 yil Xiggs bozonining mavjudligi isbotlangan edi. Mana, 2014 yilda Eynshteynning eng mahshur va uzoq kuttirgan taxminlaridan bir tasdiqlandi: gravitatsion to‘lqinlar haqiqatan ham mavjud ekan! Astronomlar olam yaralishi haqidagi ilmiy farazalardan bir bo‘lmish Ulkan Portlashning «gravitasion aks-sado»ni tinglashga muvaffaq bo‘lishdi. Mazkur farazga ko‘ra, Ulkan Portlashdan keyingi soniyaning mingdan bir ulushlarida olam yorug‘lik tezligidan ham ancha katta tezlik bilan kengaygan. Keyinroq kengayish tezligi pasaygan bo‘lsa hamki, lekin u hozirgacha davom etib kelmoqda. Bunday modelning tasdiqlanishi, olam tuzilishining eng asosiy fundamental tushunchalari: kvant mexanikasi, gravitasiya, fazo va vaqt tabiati kabilarni yana chuqurroq anglashda navbatdagi ulkan qadam sifatida baholanadi. «Gravitasion aks-sado»ni kashf qilgan olimlar va uni tadqiq qilgan shahslar kelajakda Nobel mukofotiga sazovor bo‘lishi ehtimoli juda yuqori.



Tabiatda elektromagnit to‘qlinlarning mavjudligi Maksvell tomonidan 1865 yilda taxmin qilingan edi va ular oradan 22 yil o‘tib, ya'ni, 1888 yili amalda kashf etildi. Gravitatsion to‘lqinlarning mavjudligi isbotlanishiga esa salkam bir asr muddat sarflandi. Ular haqida Albert Eynshteyn 1916 yili ilmiy taxmin bildirgan edi. Lekin ular faqat 2014 yilga kelibgina amalda kashf qilindi. **Suratda**: chapda Jeyms Maksvell, o‘ngda – Albert Eynshteyn.

Bu borada ish olib borayotgan xalqaro tadqiqotchilar guruhi, Antarktidada joylashgan BICEP2 xalqaro radioteleksopdan foydalanishgan. Bu radioteleskop, janubiy qutbdan uncha uzoq bo‘lmagan masofaga joylashtirilgan. Bu radioteleskop yordamida ilmiy guruh, ikki yil mobaynida «moziy nurlanishi»ni tinglashdi va uning xossalarini tahlil qilib borishdi.

Tahlil jarayonida ilmiy nuqtai nazardan o‘ta aniq tarzda olingan ma’lumotlar olimlarga bundan 13.8 milliard yil muqaddam sodir bo‘lgan ulkan portlash keltirib chiqargan gravitatsion maydonning to‘lqinsimon tebranishlarini aniqlash imkonini berdi.

Gravitatsion to‘lqinlarning mavjudligining o‘zi – fizika uchun o‘ta muhim kashfiyotlardan biridir. Fazo-vaqt bo‘ylab to‘rt o‘lchamli yo‘nalishda tarqaluvchi elektromagnit to‘lqinlardan farqli o‘laroq, gravitatsiya to‘lqinlari zamon va makon strukturasining o‘zining to‘g‘ri chiziqli qo‘zg‘alishi hisoblanadi. Bu haqida allaqachon Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasida ilmiy taxminlar bayon qilingan edi. Lekin gravitasion to‘lqinlarni aniqlash o‘ta mushkul vazifa. Fan-texnika asrining o‘ta zakovatli olimlariga ham buning uchun bir asrdan ortiq vaqt kerak bo‘ldi. Shunda ham, hozircha bu tasdiq, ya'ni, gravitatsion to‘lqinlarning haqiqatda mavjudligining isboti to‘g‘ridan-to‘g‘ri tajriba orqali o‘rnatilgan emas. Ya'ni, gravitatsion to‘liqinni bevosita o‘zini olimlar haligacha tutishgani yo‘q. Unda nega uning mavjudligini bunday ishonch bilan aytishmoqda?! – degan savol miyangizda charx urgan bo‘lsa ajabmas. Gap shundaki, ilmiy guruh, mazkur to‘lqinlarning haqiqatda mavjudligini, bilvosita ravishda, aniqrog‘i, ularning boshqa bir to‘lqinlarga berayotgan ta’siri orqali aniqlashdi. Boshqa bir to‘lqin deganda, bu o‘rinda reliktiv nurlanishlar (*relict radiation, primeval fireball radiation*) nazarda tutilmoqda.

Lekin mazkur kashfiyotning asl mohiyati faqatgina reliktiv nurlanishlarning yangi xossalarining (aytaylik, ularning qutblanishidagi B-mod xususiyatlari kabi) aniqlanishi ham, va hatto undan kelib chiquvchi muhim xulosa bo‘lmish – gravitatsion to‘lqinlarning haqiqatda mavjudligi ham emas. Olimlarning birinchi navbatda BICEP2 dan olingan tahlillarning boshqa bir natijasi qiziqtirmoqda. Bu tahlil natijalariga ko‘ra, olimlar Olam yaralishining ilk lahzalarida nimalar sodir bo‘lgani haqida anchayin ishonchli ma’lumotlarga ega bo‘lishlari mumkin.

Reliktiv nurlanish.

Barchasi 1964 yilda boshlandi. Shu yili ikki yosh astronom-olimlar Robert Uilson va Arno Penzias, o‘z zamonasi uchun eng zamonaviy va o‘ta sezgir sanalgan antenna yordamida, Kassiopeya yulduz turkumidan kelayotgan radiosignallarni o‘rganishayotgan edi. Bu yosh olimlarning g‘ashiga tegib, qabul qiligich asboblarda, radisignalga doimiy xalaqit beruvchi shovqin uyg‘onar edi. Ushbu shovqin, radiosignal qabul qilish uchun antennani qaysi tarafga yo‘naltirilsa ham, baribir bir xilda kelaverar edi. Bu omilga ko‘ra yosh olimlar, o‘zlari ishlatayotgan antennaning

nuqsoni bo‘lsa kerak degan fikrga kelishdi. Oqibatda, ular antennani yaxshilab ko‘zdan kechirishdi va unda yig‘ilib qolgan qush axlatini ko‘rishganda, uni tozalab tashlash orqali hammasi joyiga tushadi degan xursandchilik o‘ylariga borishgan. Lekin antennani tozlash ham, ko‘rilgan boshqa choralar singari, hech qanday ijobiy samara bermadi. Shovqin baribir harorat yerda va har tarafdan kelaverar edi.

Hozir biz yaxshi bilamizki, o‘sha xalaqit shovqinlarga qushlarning hech qanday aloqasi bo‘lmagan va bu shovqinlarning o‘zi aslida xalaqit bo‘lmagan.

Aslida Uilson va Pensiaz olam yaralishining ilk lahzalaridan qolgan nurlanishlar bilan to‘qnash kelishgan edi.

Ulkan portlashdan keyin taxminan 379 ming yil o‘tib, Olam shu darajada sovidiki, elektronlar protonlar bilan birlashib, turli atomlarni hosil qila boshlashdi va bu jarayonda nurlanish taratilar edi. Leik ayni paytda, Olamning o‘zi ulkan portlashning natijasi o‘laroq kengayishda davom etayotgan bo‘lgan. Oxir oqibatda, Butun Olam tarkibida mittigaina Yer sayyorasi va unda yashaydigan aqlli fiziklar va astronomlar paydo bo‘lib, olam yaralishi tarixiga o‘z nuqtai nazarlari bilan nigoh tashlashgan zamonlarga kelib, o‘sha o‘ta qadimiy nurlanishlarning to‘lqinlari, juda cho‘zinchoq holga kelib qoldi. Hozirda ular bizlarga mikroto‘lqinlar ko‘rinishida yetib kelmoqda (mikroto‘lqinlar mohiyatan amalda cho‘zinchoq yorug‘lik nurlaridir). Penzias va Uilson, o‘zlari bilmagan holda aynan o‘sha qadimiy nurlanishlarning hozirgi aks-sadosiga to‘qmash kelishgan edi. Bu ikki olim o‘z kashfiyotlari uchun 1978 yilgi Nobel mukofotiga sazovor bo‘lishgan. Bu ikki astronom kashf etgan kosmik mikroto‘lqinli nurlanishlar, reliktiv nurlanishlar, ya'ni, aynan tarjimada, qadimiy nurlanishlar deb nomlanish olgan. Olam yaralishining hozirgi zamon nazariyasi aynan ushbu nurlanishning xossalariga asoslangan.

Olimlar Uilson (chapda) va Penzias (o‘ngda) Butun Olam – Koinotning reliktiv nurlanishlari ilk bora qayd etilgan o‘sha mashhur antenna fonida.

Yulduzlardan tezkor yordam.

Koinotdagi «yorug‘lik nurlarining cho‘zilishi» - XX asr astrofizikasining eng ulkan kashfiyotlaridan biridir. Vesto Slayfer, Edvin Xabbl va boshqa astronomlarning olib borgan ilmiy izlanishlari natijalariga ko‘ra ma’lum bo‘lishicha, Yerdan ko‘rinadiga olis yuldizlarning nurlari, bizga yetib kelgunicha koinotning cheksiz sarhadlaridan o‘tib borar ekan, spektrning qizil qismi tomon siljib, cho‘zilib borar ekan. Bu hodisa, Doppler effekti va vaqtning relyatvistik sekinlashuvi bilan tushuntiriladi: agar manbda kuzatuvchidan katta tezlik bilan uzoqlashayotgan bo‘lsa, undan kuzatuvchi tomon kelayotgan elektromagnit to‘lqinlari, aytaylik, yorug‘lik nurlari, uzunroq holda yetib keladi. Bunda cho‘zilish, yorug‘likni (elektromagnit maydon tebranish to‘lqinlarini) qizilga tomon sijitadi, tovushni (havoning tebranishi) esa, quyiroq darajaga tushiradi. Odatda Dopler effekti tez tibbiy yordam mashinasining sirenasi tovushi misolida tushuntiriladi: agar sirena bilan tez yordam mashinasi eshituvchi yaqinidan katta tezlikda o‘tsa, uning tovushlari eshituvchiga o‘zgarib-o‘zgarib eshitilgandek tuyuladi (aslida mashina sirena tovushini doimiy maromda chiqaradi). Olis yulduzlar nurlarining qizilga tomon siljishining aniqlanishi, olimlarning bu yulduzlarning bizdan beto‘xtov uzoqlashayotganligi haqida xuloda chiqarishlariga asos bo‘ldi. Bu xulosa esa o‘z navbatida, Butun Olamning kengayishda davom etayotganligini isbotlab berdi.

Uilson va Penziasning qush axlati bilan bog‘liq boshog‘riqlari va undan keyingi tantanavor ilmiy benifisi yuz bergan o‘sha olis 70-yillardan keyin ma’lum bo‘lishicha, reliktiv nurlanishlar nihoyatda va o‘ta bir jinsli ekan. Tadqiqotchilar o‘z qabul qilgich asboblarini fazoning qaysi tomoniga yo‘naltirishmasin, ular har safar mutlaq bir xil xosslardagi mikroto‘lqinlarni qabul qilishgan. Chunonchi o‘sha xalaqit shovqinlari, detektorning qanday burchak ostida joylashtirilishiga umuman bog‘liq bo‘lmagan. U kecha va kunduzga ham, Yer sharining turli tomonlariga ham bepisand edi. Xulosa qilindiki, Ulkan portlashning mikroto‘lqinli aks-sadosi, hozirda bizga ma’lum Butun Olamning istalgan nuqtasida mutlaqo bir xil va bir jinsli ekan.

Bunday bir jinslik, biz kutganimizdan ham yanada kattaroq jumboqlarni taqdim etadi. Jumoq relkitiv nurlanishning o‘zigagina taaluqli emas. Eng katta miqyoslarda olib qaralganda, Butun Olamning o‘zi ham bir jinslidek bo‘lib tuyuladi: unda galaktikalar bilan zich to‘lgan qism ham, yoki umuman hech qanday moddiyot mavjud bo‘lmagan mutlaq bo‘shliq qismlar ham yo‘q.

Matematik hisob-kitoblari ko‘rsatib turibdi: agar Ulkan Portlash, energiya va materiyaning turli tomonlarga tasodifiy yo‘nalishlarda tarqaydigan oddiy portlashlar singari kechganida, hozirda xilma-xilliklar (bir jinsli emaslik xossalari) ancha ko‘proq bo‘lishi kerak ekan. Boshqacha holatda, Ulkan Portlashning boshlang‘ich konfiguratsiyasi, bir jinslilikni bu darajada mukammal ta’minlaydigan bo‘lib chiqishi uchun faqat va faqat mo‘jiza kerak bo‘lar ekan. Nahotki bizlar yashayotgan Olam uchun bu borada shunchaki omad kelgan bo‘lsa?...

Albert Eynshteyndan iqtiboslar

Kitobimiz qahramoni o‘zining teran, chuqur ma’noli iqtiboslari bilan nafaqat ilm-fan, balki umuman jahon ijtimoiy-madaniy tarixda ham o‘ziga xos yorqin iz qoldirgan. Unga tegishli qanotli iboralar ba’zan kishini o‘ylashga, fikrlashga majbur qilisa, boshqa safar quvnoqlik, xushnudlik bag‘ishlaydi. Eynshteyn va uning shoh nazariyasiga bag‘ishlangan kitob iqtoboslarisiz bo‘lsa to‘kis bo‘lmasa kerak. Quyida jahon fiziklarning dohiysi tilidan saralangan va kitobning asosiy matnida qayd etilmagan eng mashhur va ma’nodor iqtoboslarni havola etamiz.

Eynshteyn hayot haqida:

Agar hayotda baxtli yashab o‘tishni istasang, uni muayyan odamlar yoki buyumlarga emas, biror ulkan maqsad sari bag‘ishla.

* * *

Men ikkita jahon urushi boshdan kechirganim va ikki marta uylanganimni e’tiborga olsak, hozirda yomon yashayotganim yo‘q...

* * *

Hayotda shunday maqsadni tanlash kerakki, u sendagi mavjud hamma imkoniyatni ishga solishni talab qilsin.

* * *

Agar omadni A bilan belgilasak, uning formulasi quyidagicha bo‘ladi: A=x+y+z. Bunda x – mehnat, y – hordiq, z – tilni tiya bilish.

* * *

Agar uch soatdan keyin o‘lishimni bilganimda, men ushbu uch soatni ham eng foydali deb hisoblagan ishga sarflashni o‘ylagan bo‘lardim.

* * *

Inson hayotining asl qadri – uning boshqalar hayotini yanada go‘zal va farovon qilishga qanchalik darajada yordam bera olayotgani bilan ma’no kasb etadi. Hayot – muqaddasdir; ta’bir joiz bo‘lsa, hayot – boshqa barcha narsa bo‘ysunadigan eng oliy qadriyatdir.

Hayotda omadga erishish uchun intilma. Hayoting mazmunli bo'lishi uchun intil.

* * *

Inson faqat jamiyat bilan uzviylikdagina hayot mazmunini anglashi mumkin.

* * *

Odam faqat o'zini yengib o'tgandan keyingina haqiqiy ma'noda yashay boshlaydi.

* * *

Eynshteyn ilm-fan va ta'lim haqida:

Insonga biror nima o'rgatishning eng maqbul usuli – unga shaxsan o'rnak ko'rsatishdir.

* * *

Uzoq umrli hayotim davomida shunga amin bo'ldimki, biz egallagan bilimlarimiz – haqiqiy ilm oldida juda jo'n va bolalarcha sodda ekan. Shunga qaramay, u biz ega bo'lgan eng nodir xazinamizdir.

* * *

Maktab ta'limining asosiy maqsadi – mutaxassis tatyorlash emas, balki, ma'nan barkamol shaxs tarbiyalash bo'lmog'i kerak.

* * *

Ilmni faqat amaliyot uchun xizmat qilishga bo'ysundirilsa, u turg'unlikka yuz tutadi.

* * *

Ilmni juda yaxshi mashg'ulot. Faqat u orqali tirikchilik qilishni istamasangiz shunday...

* * *

Matematika – burnidan narini ko'ra boshlash uchun eng yaxshi usul.

* * *

Diniy e'tiqodsiz lm-fan – cho'loq, ilm-fansiz din esa – so'qir.

* * *

Bilimning o'zida ko'ra, tafakkur qila olish muhimroqdir. Bilim cheklangan, tafakkur esa butun olamni qamray oladi.

* * *

Aksariyat o'qituvchilar savolni shunday qo'yishadiki, u o'quvchining bilimsizligini fosh etishga qaratilgan bo'ladi. Asl ustoz esa, savolni o'quvchining nimani bilmayotgani va uning uquvi nimalarni bilishga yetishini aniqlashga qaratadi.

* * *

Ta'lim bu – maktabda o'tilganlarni yoddan chiqarganingdan keyin miyangda qoladigan narsadir.

* * *

Ilmiy kashfiyotlar jarayoni bu – mohiyatan mo'jizalarni ochishdir.

Eynshteyn inson xulqi va tabiati haqida:

* * *

Olamda faqat koinot va odam axmoqligi cheksizdir. Lekin, koinot borasida ishonchim to'liq komil emas.

* * *

Agar nisbiylik nazariyasi isbotlansa, Germaniyada meni olmon deb e'lon qilishadi, faranglar esa meni bashariyat farzandi deb ta'riflashadi; lekin, mabodo mening nazariyam noto'g'ri bo'lib chiqsa, unda nemislar meni – yahudiy, faranglar esa nemis deb atashadi.

* * *

Meni boshi berk ko'chaga olib kiradigan savol: «men jinnimanmi yoki boshqa hamma jinniyu, men sog'manmi?».

* * *

Hammasi juda oddiy. Odamlar nimanidir imkonsiz deb hisoblaydilar. Lekin bir dovyurak odam chiqadi-da, bunga ko'nmyadi...

* * *

Bolaligimda men oyoq panjasining bosh barmog'i ertami, kechmi baribir paypoqni yirtib qo'yishini bildim. Keyin paypoq kiymay qo'ydim.

* * *

Hamma bolalikdanoq nimaningdir umuman imkonsizligini bilib katta bo'ladi. Lekin buni bilmaydigan biror odam har doim topiladi. Aynan o'sha odam kashfiyot qiladi.

* * *

Bizni yaxshi amallarni bajarishga undaydigan eng yaxshi narsa – ma'nan pok bo'lgan buyuk shaxlarning hayotidan o'rnak olishdir.

* * *

Sog'lom fikr – o'n sakkiz yoshga to'lguncha egallangan tushunchalarning yig'indisidir.

* * *

Faqat adolatparvarlik va ma'suliyat hissining o'zi bilan biror nimaga erishib bo'lmaydi. Qadr topish uchun, odamlarga nisbatan samimiyat, hamda mehr va voqe'likka nisbatan real qaray olish ham zarur.

* * *

Odamning asl qadr-qimmati, uning o'z manfaatparastligidan qanchalik darajada holi bo'lgani va bunga qanday erishgani bilan aniqlanadi.

* * *

Mening hayot yo'llarimni yoritgan va menga jur'ar bag'ishlagan ideallar – samimiyat, haqiqat va go'zallik bo'lgan.

* * *

Bilimsizlik juda xavfli narsa. Shu jumladan haddan ziyod ko'p bilish ham...

* * *

Insoniyatning haqiqiy taraqqiyoti, uning ixtirochilik darajasiga emas, balki onglilik ko‘rsatkichiga bog‘liqdir.

* * *

Millatchilik bu – bolalar kasalligi. U butun bashariyat uchun qizamiq misolidir.

* * *

Haqiqat nimadaligini anglash oson emas. Lekin odatda yolg‘on juda tez ilg‘anadi.

* * *

Yerda hayotning saqlanib qolishi imkoniyatlarini oshirish va inson salomatligiga foyda keltirish borasida hech nima vegetarianlik singari bo‘lmolmaydi.

* * *

Yaxshi xulq – barcha insoniy qadriyatlarning poydevoridir.

* * *

Xudoning huzurida biz hammamiz teng darajada aqllimiz. Aniqrog‘i teng darajada noqismiz..

* * *

Tartib tentaklar uchun kerak. Daho esa betartiblik ustidan ham hukmronlik qila oladi.

* * *

Zamonaviy dunyodagi inson erkinligi huddi krossvord yechayotgan kishini eslatadi: krossvord yechayotgan shaxs, nazariy jihatdan kataklarga mos keluvchi istalgan so‘zni yozishi mumkin. Lekin u to‘g‘ri yechish uchun faqat bitta, to‘g‘ri so‘zni topishi kerak.

* * *

Doim bir narsani takrorlab, lekin har safar turlicha natija kutish eng katta ahmoqgarchilikdir.

* * *

Texnika taraqqiyoti – patalogik bemor qo‘lidagi bolta kabidir.

* * *

O‘z xatosini payqagan olim mimoza kabidir, boshqa olim xatosini bilib qolgan olim sher kabi na’ra tortadi.

* * *

Men qanchalik ko‘p gapirsam, aqlim shunchalik o‘tmaslashib boradi. Umumiy qoidalar ham shunday.

* * *

Baliq o‘zi butun hayoti davomida suzib yurgan suv haqida nima ham bila olardi?

* * *

Kishining axloqi – ma’rifatga va ijtimoiy munosabatlaga suyanishi kerak.

* * *

Bu juda oddiy mening qadrdonlarim. Chunki siyosat fizikadan ko‘ra murakkabroqdir.

* * *

Hayot bu huddi velosiped haydashdek gap. Yiqilib ketmaslik uchun sen doim harakatda bo‘lishing kerak.

* * *

O‘z chegaralarini bir marta kengaytirgan tafakkur, bu chegaralarga boshqa hech qachon qaytmaydi.

* * *

Faqat tuban axloqli kishilargina doim kuch bilan ish tutadilar.

* * *

O‘z chegaralarini bir marta kengaytirgan ong, bu chegaralarga boshqa hech qachon qaytmaydi.

* * *

Yaxshi g‘oyalar odam miyasiga faqat yoshlik chog‘ida keladi. Keyin esa odam tajribaliroq, mashhurroq va anqovroq bo‘lib boradi.

* * *

Yolg‘onga uchmaydigan odam – haqiqiy baxt nimaligini bilmaydigan odamdir.

* * *

Qo‘zi podaning eng yaxshi a’zosi bo‘lishi uchun, birinchi navbatda u eng avvalo qo‘zi bo‘lishi kerak.

* * *

Savol berishdan to‘xtamaslik juda muhim narsa. Qiziquvchanlik odamga bejiz berilgan sifat emas.

* * *

Pastkash usullarni qo‘llab yetishiladiga hech qanday maqsad byuk maqsad bo‘lolmaydi.

* * *

O‘yin qoidalarini yaxshi o‘rganish kerak. Shundagina siz hammadan ko‘ra yaxshiroq o‘ynaydigan bo‘lasiz.

* * *

O‘tmishdan ibrat oling, bugun bilan yashang va kelajakka umid qiling. Eng asosiysi esa, savollarga javob izlashdan to‘xtamaslikdir. Qiziquvchanlik ne’matini yo‘qotmang...

* * *

Imkon qadar sodda va oson bo‘ladigan qilish keark. Lekin undan nari emas.

* * *

Hech qachon adashmagan odam, hech qachon yangilikka urinib ko‘rmagan odamdir.

Eynshteyn tinchlik va urush haqida:

* * *

Xalqaro me’yorlar faqat xalqaro me’yorlar to‘plamida mavjuddir.

* * *

Sog‘lom fikr – o‘n sakkiz yoshga to‘lguncha egallangan tushunchalarning yig‘indisidir.

* * *

Yadro qurolining yaratilishi bizga yangi muammolarni taqdim etdi. U bizdagi avvaldan mavjud ixtiloflardan tezroq murosaga kelishni talab qilmoqda.

* * *

Agar men nemislar atom bombasini yasashga ulgurmasliklarini bilganimda, men bomba haqida boshqa hech kimga ham aytmagan bo'lardim.

* * *

Platon zamonasida, hatto Jefferson davrida ham, demokratiya va axloqni, hamda ziyoli oqsuyaklarni uyg'unlikda tasavvur qilsa bo'lardi. Lekin hozirgi demokratiya boshqacharoq tamoyillarga suyanadi. Ya'ni, masalan mendan yaxshiroq bo'lmagan narsalarga...

* * *

Harbiy sanoat bu – butun insoniyat uchun juda ulkan xatardir. U har yerda tarqalayotgan qora kuch – millatchilikning harakatlantiruvchi omilidir.

* * *

Harbiy marsh musiqasi ostida huzur bilan urushga ketayotgan odamqiyofasi allaqachon mening nafratimga uchrab bo'lgan. Unga miya xatolik tufayli berilib qolgan. Uning uchun umrtqaning o'zi kifoya qilardi. U butun tamaddun uchun nomus keltiradi va bunday oriyatdan qutilish kerak. Vatanparvarlik niqobiga o'ralgan buyruqbozlik, ko'r-ko'rona qahramonlik ko'rsatish, mazmunsiz g'azab, manfur battollik – men bularning barchasidan qanchalik jirkanaman. Urush qanchalik tuban va razildir. Men bunday qabih ishlarga aralashgandan ko'ra, bo'laklarga bo'linib ketishni afzal ko'raman.

* * *

Atom yadrosi energiyasining erkinlikka chiqarilishi ko'p narsani shubha ostiga olib qo'ydi. Shu jumladan bizning turmush tarzimizni ham. Agar biz dunyoga yangicha nigoh bilan yondoshuvni boshlamasak, biz oxir-oqibatda, falokatga yo'liqishimiz aniq.

* * *

Tinchlikka kuch bilan erishib bo'lmaydi. Tinchlikka faqat o'zaro bir-birini tushunish bilangina erishish mumkin.

* * *

Ba'zi mamlakatlarning hatto olimlari ham, o'zlarini huddi bosh miyasi amputantlangan maxluqlardek tutmoqdalar.

* * *

Tinchlikka kuch bilan erishib bo'lmaydi. Tinchlikka faqat o'zaro bir-birini tushunish bilangina erishish mumkin.

* * *

Urush yutib chiqildi. Tinchlik emas...

Eynshteyn nisbiylik nazariyasi haqida:

* * *

Agar qizigan pechka ustiga otirib qolsang, bir daqiqa ham bir soatdek o'tadi. Quchog'ingda go'zal jonon bir soat o'tirsa ham, atiga bir daqiqa o'tgandek bo'ladi. (Eynshteynning o'z nazariyasi haqida hazilomuz aytgan gapi)***.***

* * *

Nisbiylik nazariyasi odamlarga ma'qul kelayotgani sababli, Germaniyada meni olmon olimi deyishmoqda. Angliyaliklar uchun esa men Shveytsariyalik yahudiyman. Agar mabodo men qoralansam munosabatlar o'rin almashadi: Angliya uchun men – nemis olimiga; Germaniya uchun esa – Shveytsariylik yahudiyga aylanaman.

* * *

Nisbiylik nazariyasi bu – Syurix poyezdga kelib to'xtashidir. (Eynshteynning nisbiylik nazariyasi haqida hazilomuz aytgan gapi)

* * *

Eynshteyn va Charli Chaplinning yozishmalaridan:

— ***Sizning «Oltin vasvasasi» filmingiz butun dunyoga tushunarli bo'ldi. Siz albatta buyuklikka erishasiz.***

- ***Men Sizdan yanada kuchliroq ilhomlanaman. Sizning nisbiylik nazariyangizni dunyoda hech kim tushunmadi. Lekin Siz allaqachon buyuklikka erishib bo'ldingiz.***

* * *

Tabiatni anglash bu dramadir. G‘oyalar dramasi.

* * *

Murakkab foizlar bu – koinotdagi eng qudratli kuchlardir.

* * *

Anglash uchun eng murakkab narsa bu – daromad solig‘idir.

* * *

Ilm-fan, din va san’at – bitta daraxtning tarmoqlaridir.

* * *

O‘ylashimcha, har bir odam, dunyodan qancha olgan bo‘lsa, kamida shuncha qaytarishga majbur.

* * *

Buyuklik tomon faqat bitta yo‘l bor. U mehnat va mashaqqat orqali o‘tiladi.

* * *

Agar men biror narsani kitobdan qarab bilib olishim mumkin bo‘lsa, men uni nima uchun doim yodda tutishim lozim?!

* * *

Sovunning ikki xil navi bu - menga juda murakkablik qiladi.

* * *

Siz haqiqatan ham Oy faqat biz unga qaraganimizdagina mavjud bo‘ladi deb hisoblaysizmi? (Geyzenbergning noaniqliklar nazariyasiga qarata aytilgan xitob)***.***

* * *

Olamning asl sir-asrori – uni anglash mumkinligidadir... Anglash ne’matining o‘zi mo‘jizadir.

* * *

Qulay fursat – mashaqqatlar va muammolar orasida yashirinib yotadi.

* * *

Men kelajak haqida umuman o‘ylamayman. U juda tez kirib keladi.

* * *

Men uchun tenglamalar siyosatdan ko‘ra muhimroqdir. Chunki siyosat hozir mavjud xolos. Tenglamalar esa abadiy!

* * *

Ishonchsizlikdan ko‘ra, e’tiqod yaxshiroqdir. Chunki e’tiqod bilan, barcha narsa imkonli bo‘ladi.

* * *

Vaqt mavjudligining yagona sababi – hamma narsa bir vaqtda sodir bo‘la olmasligidandir.

* * *

Olamning asl sir-asrori – uni anglash mumkinligidadir... Anglash ne’matining o‘zi mo‘jizadir.

Eynshteyndan o‘z paymonasi haqida

* * *

Men o‘limga, kun kelib albatta qaytarish shart bo‘lgan qarz singari qaray boshladim.

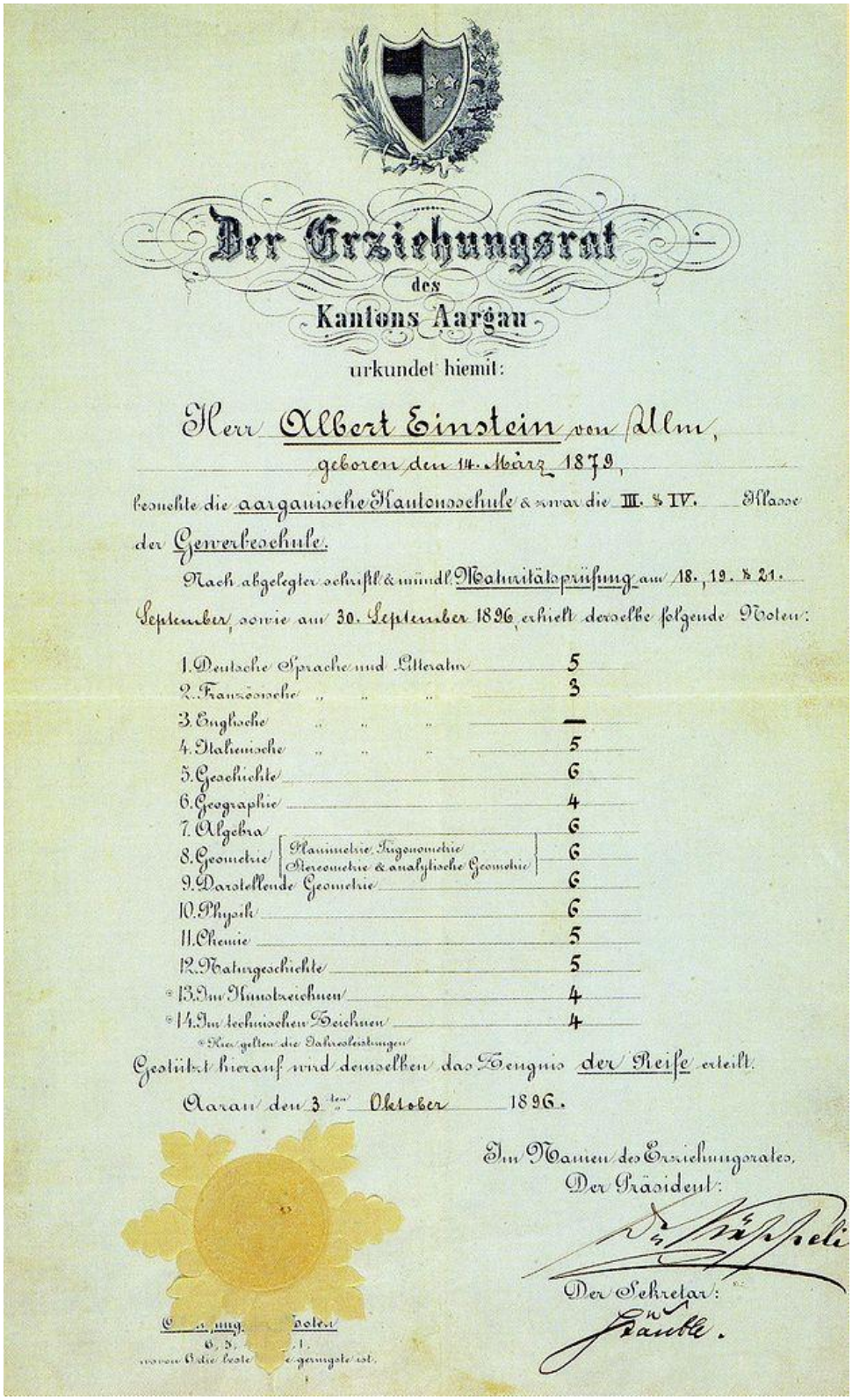
* * *

Men ustixonimga odamlar kelib sig‘inmasliklarini istayman.

Albert Eynshteyn hayoti fotosuratlarda

XX asrning shubhasiz eng buyuk fiziklaridan bo‘lmish Albert Eynshteynning umr lahzalarini tarixga muhrlagan ushbu oq-qora fotosuratlar, kitobimiz qahramonining yorqin va murakkab hayot yo‘li haqida tilsiz guvohlik berib turibdi. Olim shaxsi haqida kitob matni davomida yetarlicha hikoya qilishga urindik. Quyidagi fotosuratlar esa, Eynshteyn siymosi, uni o‘tab turgan muhit va olimlar davrasi haqida yanada yorqin tasavvurlar hosil qilishimizga ko‘maklashadi degan umiddamiz...

Yosh Eynshteyn singlisi Alberta Mariya (Maya) bilan



Der Erziehungsrat
des
Kantons Aargau
urkundet hiemit:

Herr Albert Einstein von Ulm,
geboren den 14. März 1879,
besuchte die aargauische Kantonsschule & zwar die III. & IV. Klasse
der Gewerbeschule.

Nach abgelegter schriftl. & mündl. Maturitätsprüfung am 18., 19. & 21.
September, sowie am 30. September 1896, erhielt derselbe folgende Noten:

1. Deutsche Sprache und Litteratur	5
2. Französische " " "	3
3. Englische " " "	—
4. Italienische " " "	5
5. Geschichte	6
6. Geographie	4
7. Algebra	6
8. Geometrie (Planimetrie, Trigonometrie, Stereometrie & analytische Geometrie)	6
9. Darstellende Geometrie	6
10. Physik	6
11. Chemie	5
12. Naturgeschichte	5
* 13. Im Kunstzeichnen	4
* 14. Im technischen Zeichnen	4

* Hier gelten die Jahresleistungen

Gestützt hierauf wird demselben das Zeugnis der Reife erteilt.

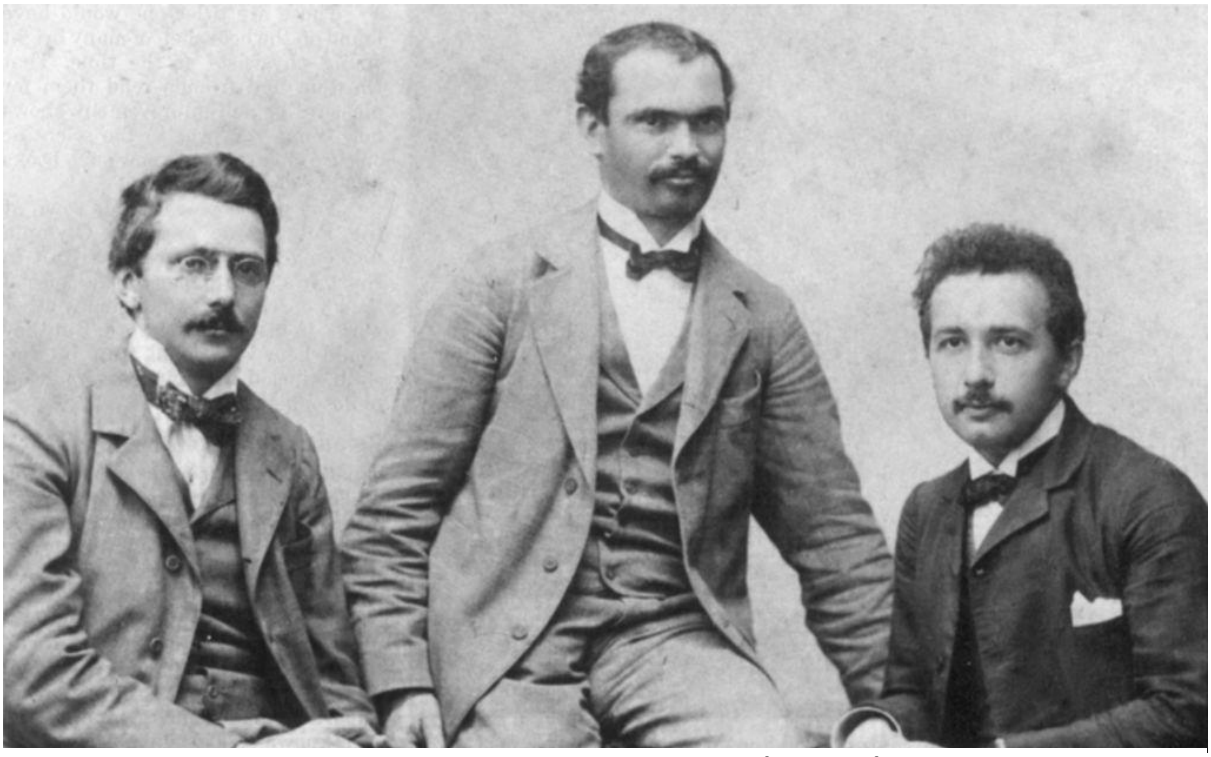
Aarau den 3ten Oktober 1896.

Im Namen des Erziehungsrates,
Der Präsident:

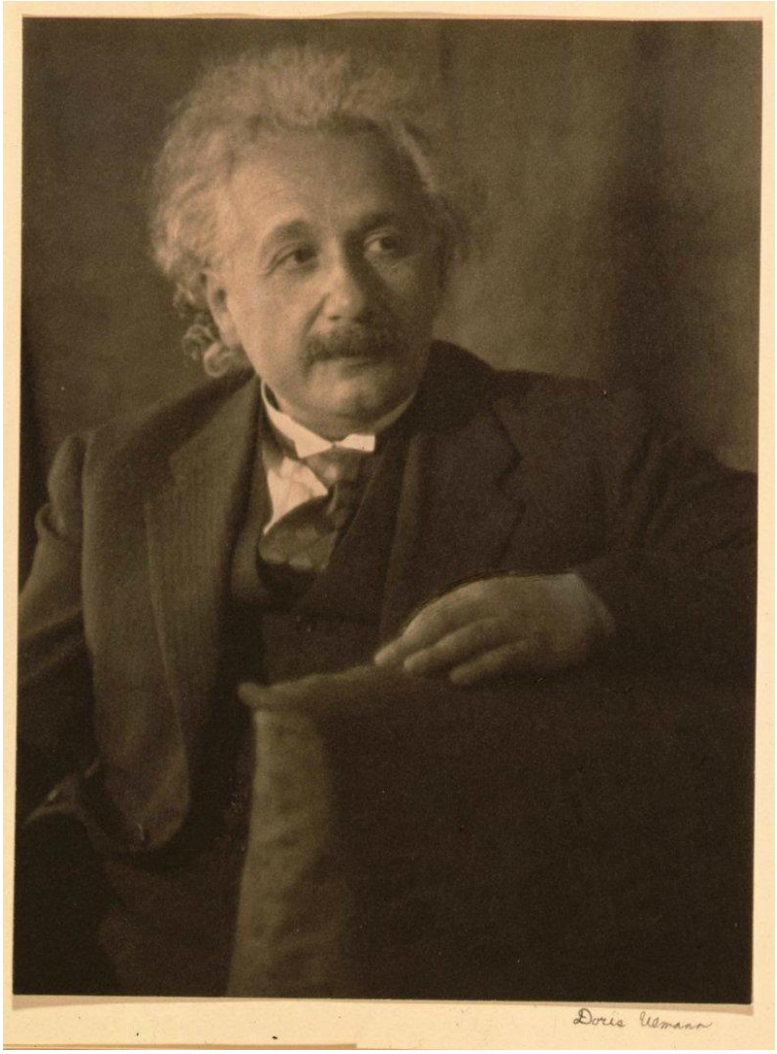
Der Sekretär:

Gesamtnoten
6, 5, 1.
wovon 6 die beste, 1 die geringste ist.

Albert Eynshteynga Aarau (Shveytsariya) o‘rta maktabi tomonidan berilgan, tugallangan o‘rta ma’lumot haqidagia shahodatnoma (1896 yil)



Albert Eynshteyn do‘stlari bilan. (1903 yil)



Albert Eynshteyn 25 yoshlik chog‘ida. (1904 yil)

Birinchi Solvey kongressi qatnashchilari. (Bryussel, Belgiya, 1911 yil)

O‘tirganlar (*chapdan o‘ngga*): Valter Nernst, Marsel Brillyuen, Ernest Solve, Xendrik Lorents, Emil Varburg, Vilgelm Vin, Jan Perren, Mariya Kyuri, Anri Puankare.

Turganlar (*chapdan o‘ngga*): Robert Goldshmidt, Maks Plank, Genrix Rubens, Arnold Zommerfeld, Frederik Lindmann, Moris de Broyl, Martin Knudsen, Fridrix Gazenorl, Georg Xostlet, Eduard Gertsen, Jeyms Jins, Ernest Rezerford, Kammerling-Onnes Xeyke, Albert Eynshteyn, Pol Lanjeven.

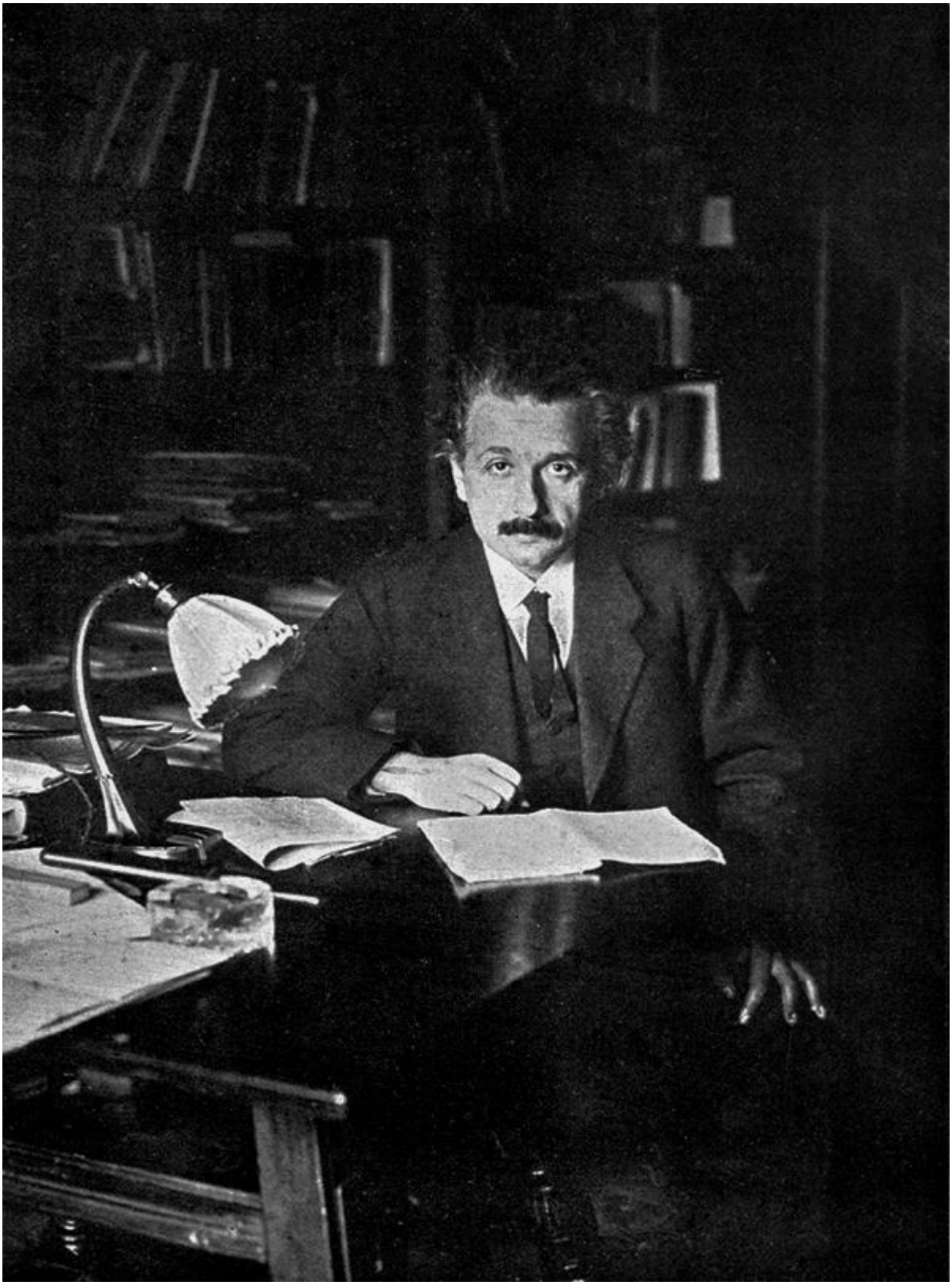
Ikkinchi Solvey kongressi qatnashchilari. (Bryussel, Belgiya, 1911 yil)

O‘tirganlar (*chapdan o‘ngga*): Valter Nernst, Ernest Rezerford, Vilgelm Vin, Jozef Jon Tomson, Emil Varburg, Xendrik Lorents, Marsel Brillyuen, Uilyam Barlou, Kammerling-Onnes Xeyke, Robert Vilyams Vud, Lui Georg Gui, Pyer Veys

Turganlar (*chapdan o‘ngga*): Fridrix Gazenorl, Jyul Emil Vershafelt, Jeyms Jins, Uilyam Genri Bregg, Maks fon Laue, Genrix Rubens, Mariya Kyuri, Robert Goldshmidt, Arnold Zommerfeld, Eduard Gertsen, Albert Eynshteyn, Frederik Lindmann, Moris de Broyl, Vilyam Poup, Edvard Gryunayzen, Martin Knudsen, Georg Xostlet, Pol Lenjaven

Albert va Elza Eynshteynlar jurnalistlar bilan suhbatda

Albert Eynshteyn Berlin fizik-kimyo va elektrokimyo instituti rahbari Frinst Gaber bilan.
(*Aynan ushbu olim 1916 yilda, ilk sintetik ammiak ishlab chiqarish texnologiyasini kashf qilgan*)



Albert Eynshteyn Leyden universiteti professori Pol Erenfestning uyida (1920 yil)

Albert Eynshteynning Yerk rasadxonasiga tashrifi (1920 yil).
Rasadxonaning o‘z davrida juda mashhur bo‘lgan 40 dyuymlik refraktori oldida esdalik uchun tushilgan fotosurat.

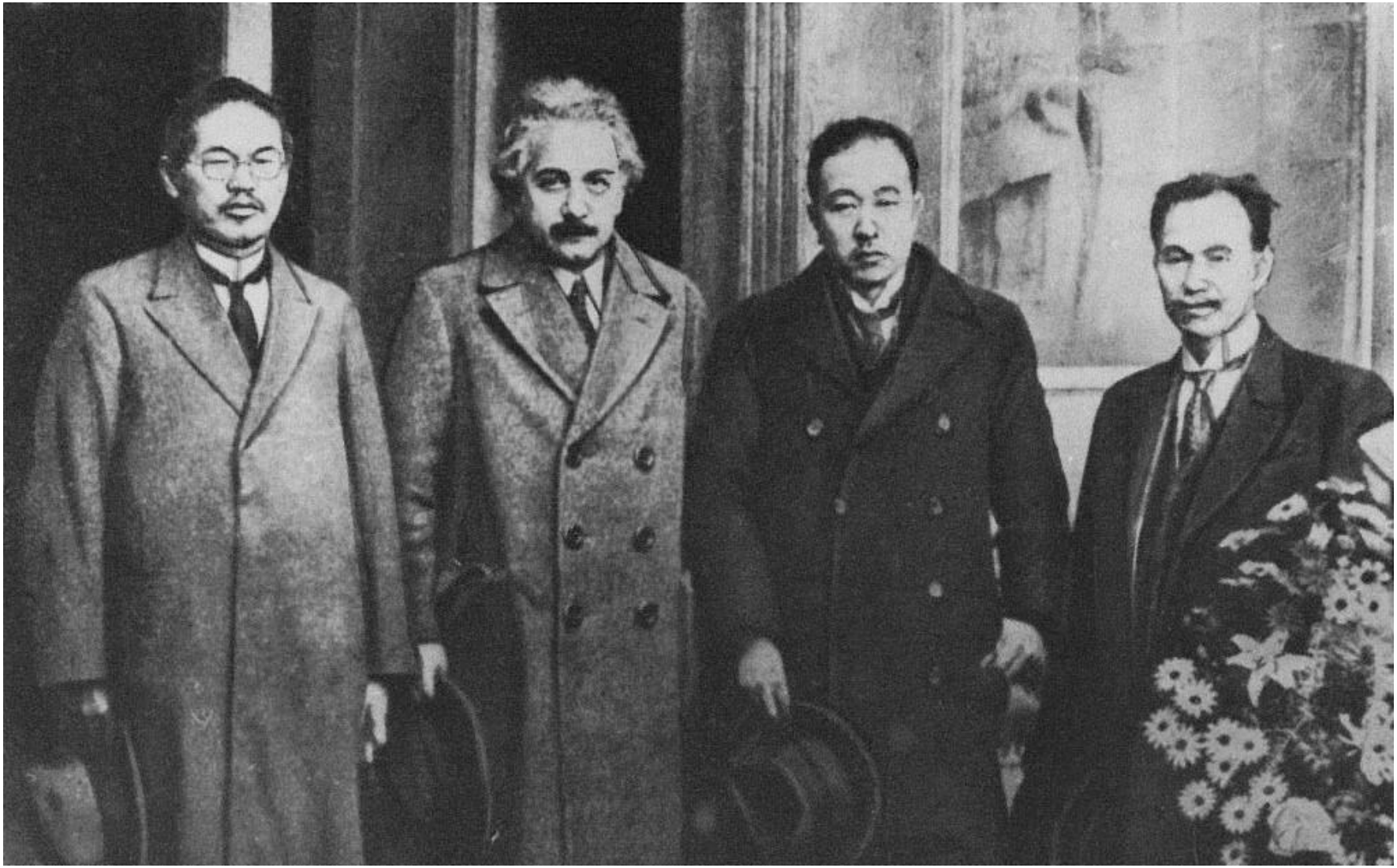
Keyingi sahifada

Nyu-Jersidagi Markoni stansiyasi bo‘ylab ekskursiya (1921 yil).
Fotosuratda zamonaning eng mashhur olimlari, shu jumladan Nikola Tesla siymosi mavjud.

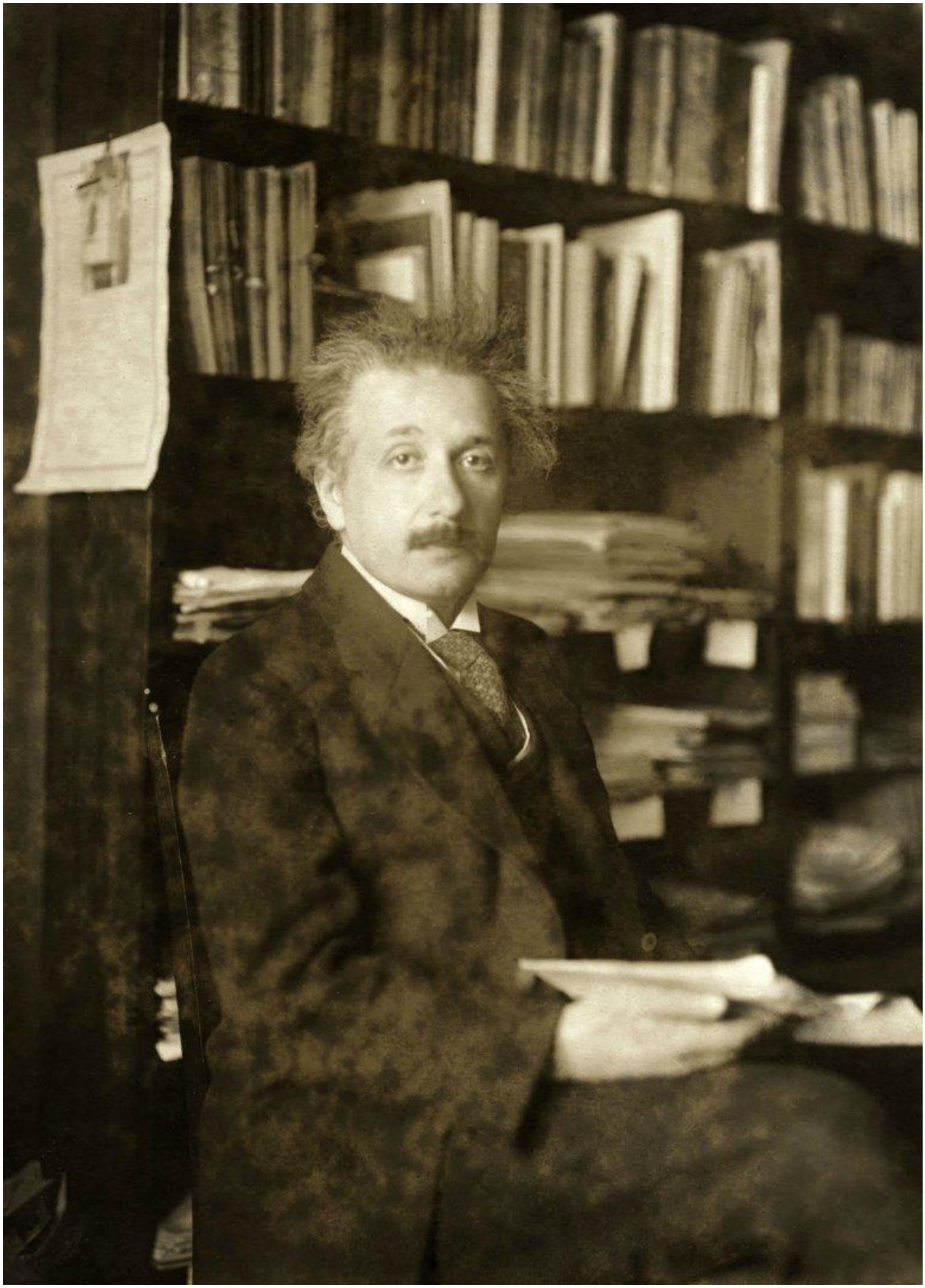
David Sarnoff conducts an inspection Tour of RCA Transoceanic Station at New Brunswick NJ.

1921

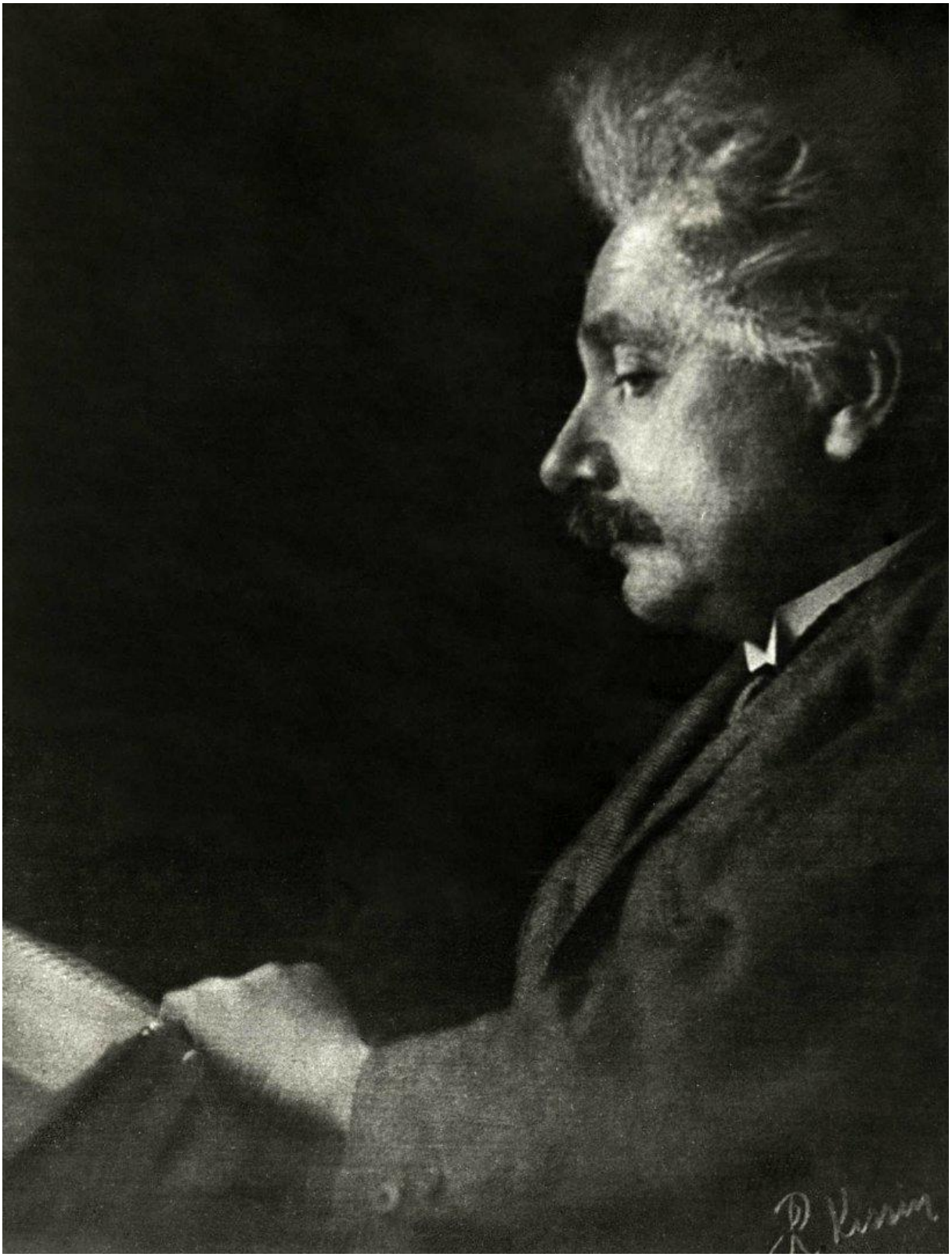
among Mr Sarnoff's guests are Albert Einstein, Steinmetz, Langmuir and other famous Scientists.



Albert Eynshteynning Toxoku (Yaponiya) universitetiga tashrifi (1922 yil).
(*chapdan o'ngga*): Kotaro Xonda, Albert Eynshteyn, Keichi Aichi, Sirouta Kusakabe.



Albert Eynshteyn. 1925-yil



Albert Eynshteynning 1930 yildagi fotoportreti.
Bu suratni Berlinlik Silviya ismli folbin ayol olgan bo‘lib, u «mijoz»lariga o‘z nufuzini namoyish qilish maqsadida, fol ko‘radigan xonasida ushbu fotosuratni saqlagan
(*qabuliga kimsan mashhur olim Eynshteynning shaxsan o‘zi kelganini namoyishi uchun* ☺).

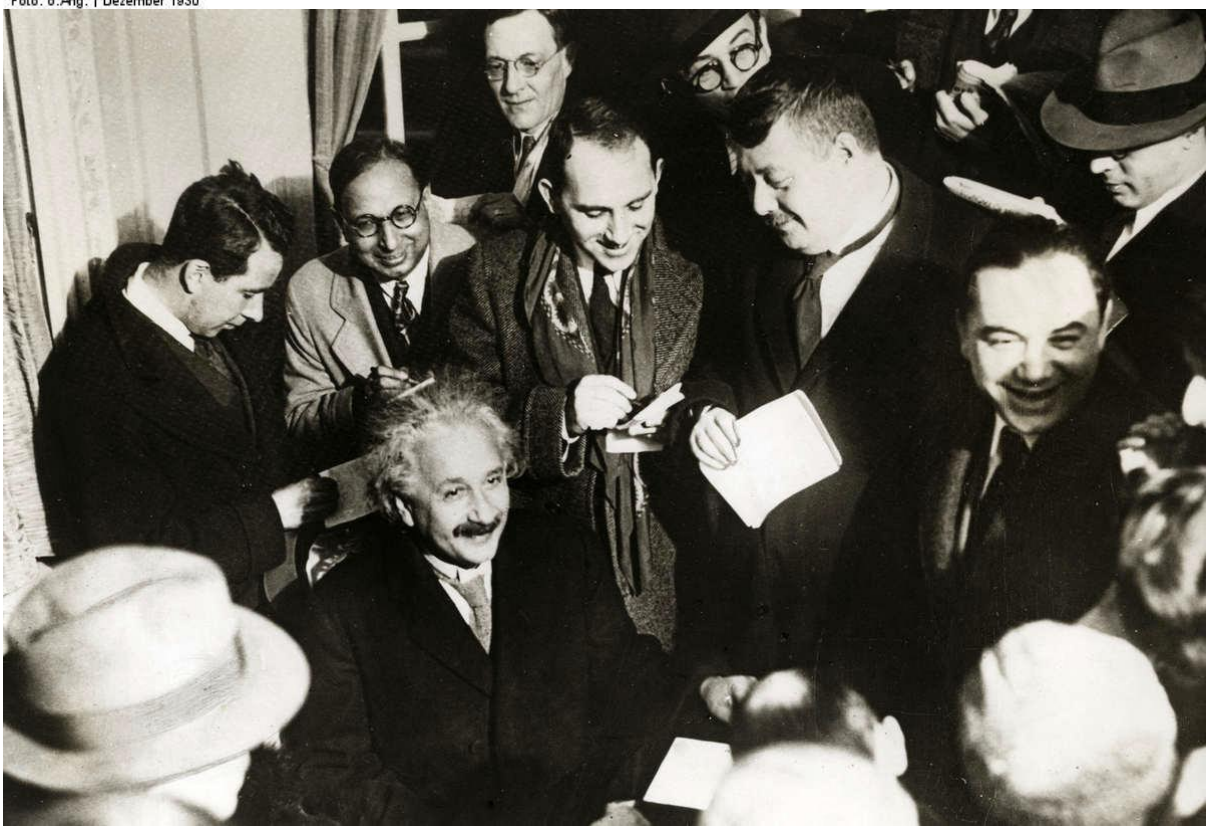
Mashhur olimlar Albert Eynshteyn va Nils Bor Bryusseldagi Solvey konressida (1930 yil)

Bundesarchiv, Bild 102-10299
Foto: o.Ang. | August 1930

Bundesarchiv, Bild 102-10300
Foto: o.Ang. | August 1930

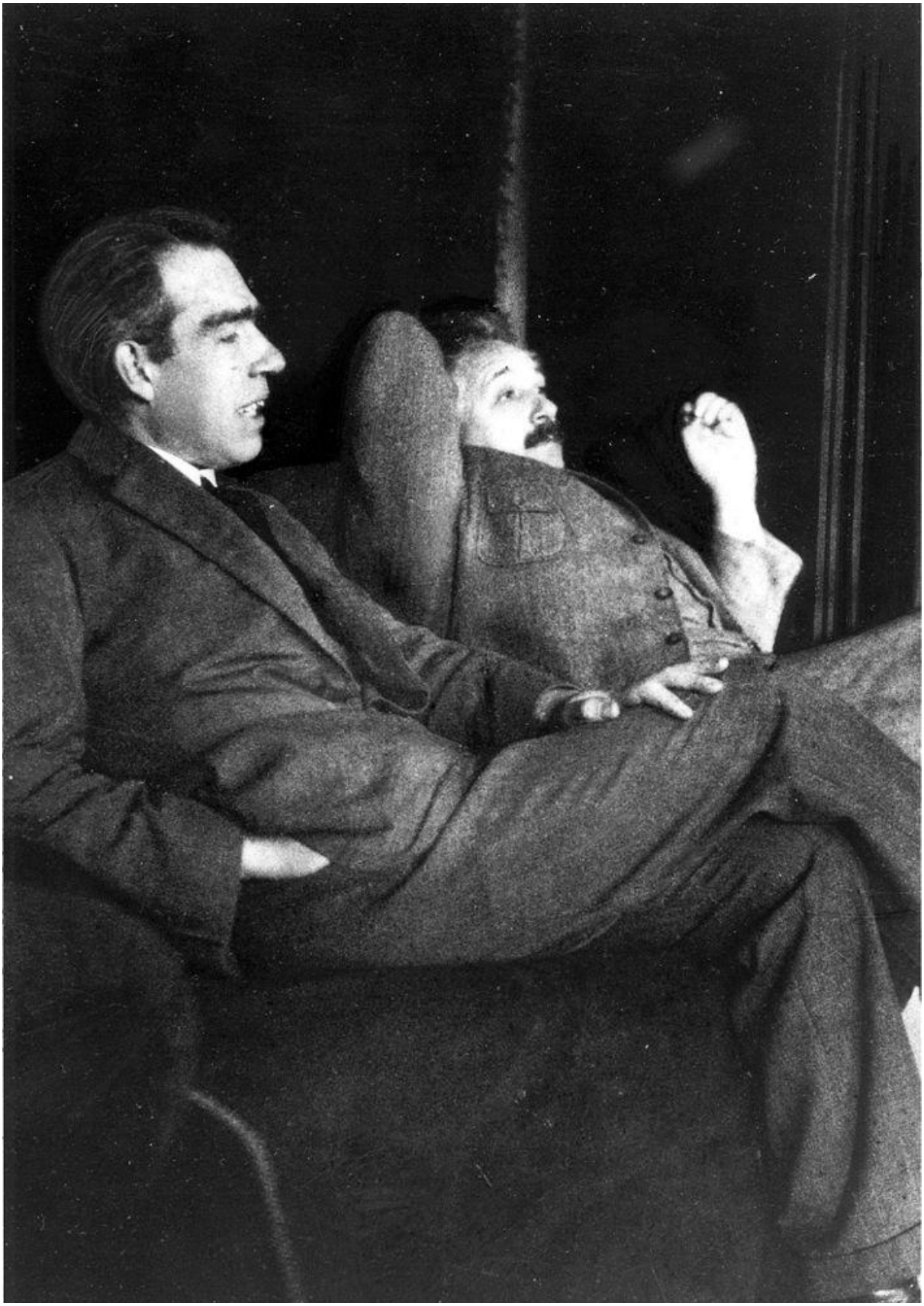
Yuqorida: **Albert Eynshteyn Berlindagi radio-shousini ochib bermoqda**
Pastda: **Eynshteyn Berlin radio-shousi ko‘rgazmasini ko‘zdan kechirmoqda**
(har ikkala rasm 1930 yilga taaluqli).

Bundesarchiv, Bild 102-10804
Foto: o.Ang. | Dezember 1930



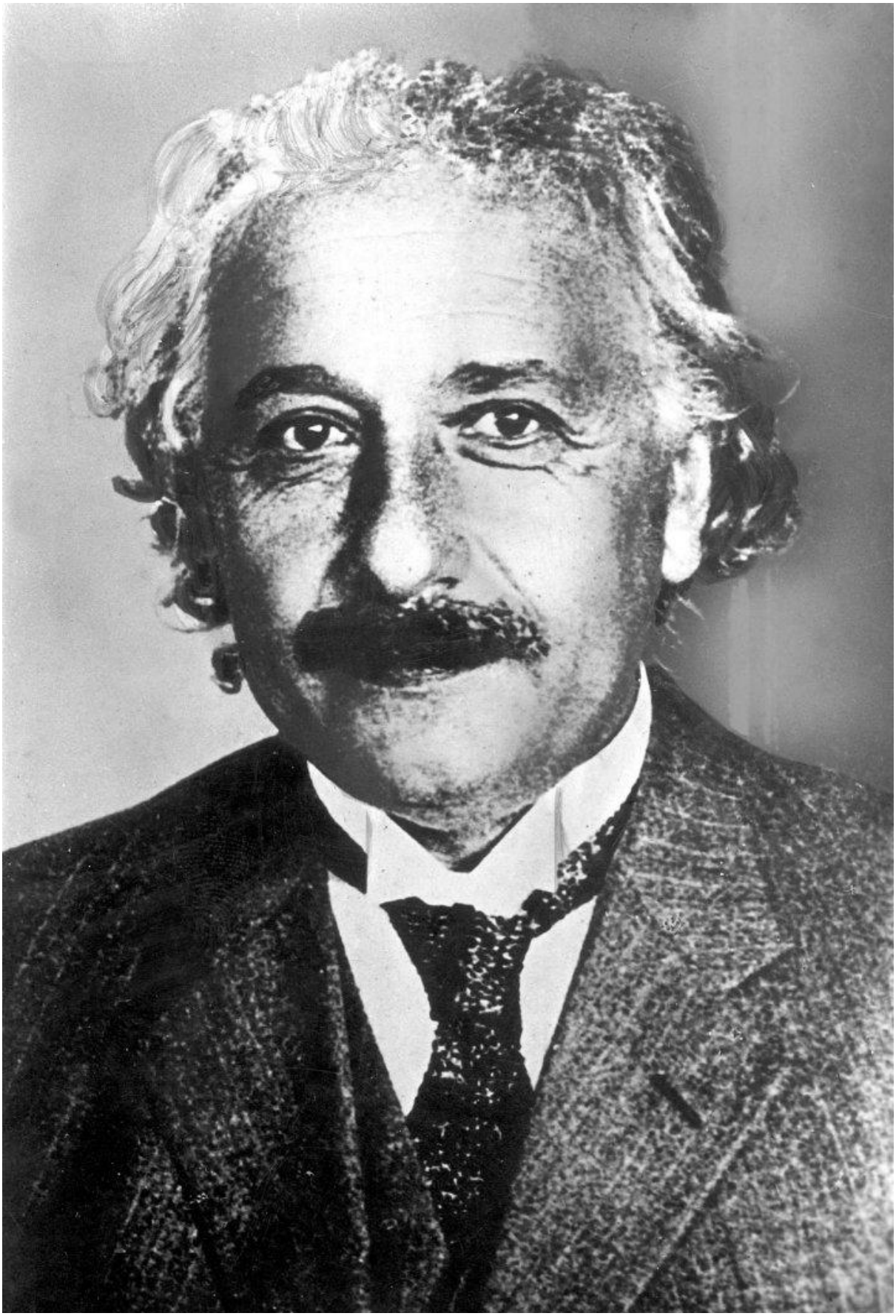
Yuqorida: **Albert Eynshteyn Amerikaga jo‘nab ketmoqda (1930-yil dekabr)**
Pastda: **Eynshteynni Amerikalik jurnalistlari qurshab olib, nisbiylik nazariyasi haqida batafsil tushuncha berishini so‘rashmoqda. U esa, buning uchun ularga kamida uch kun kerak bo‘lishini aytyapti. (1931-yil)**

Albert Eynshteyn Amerikalik olimlar Albert Maykelson va Robert Millikenlar bilan. (1931-yil)

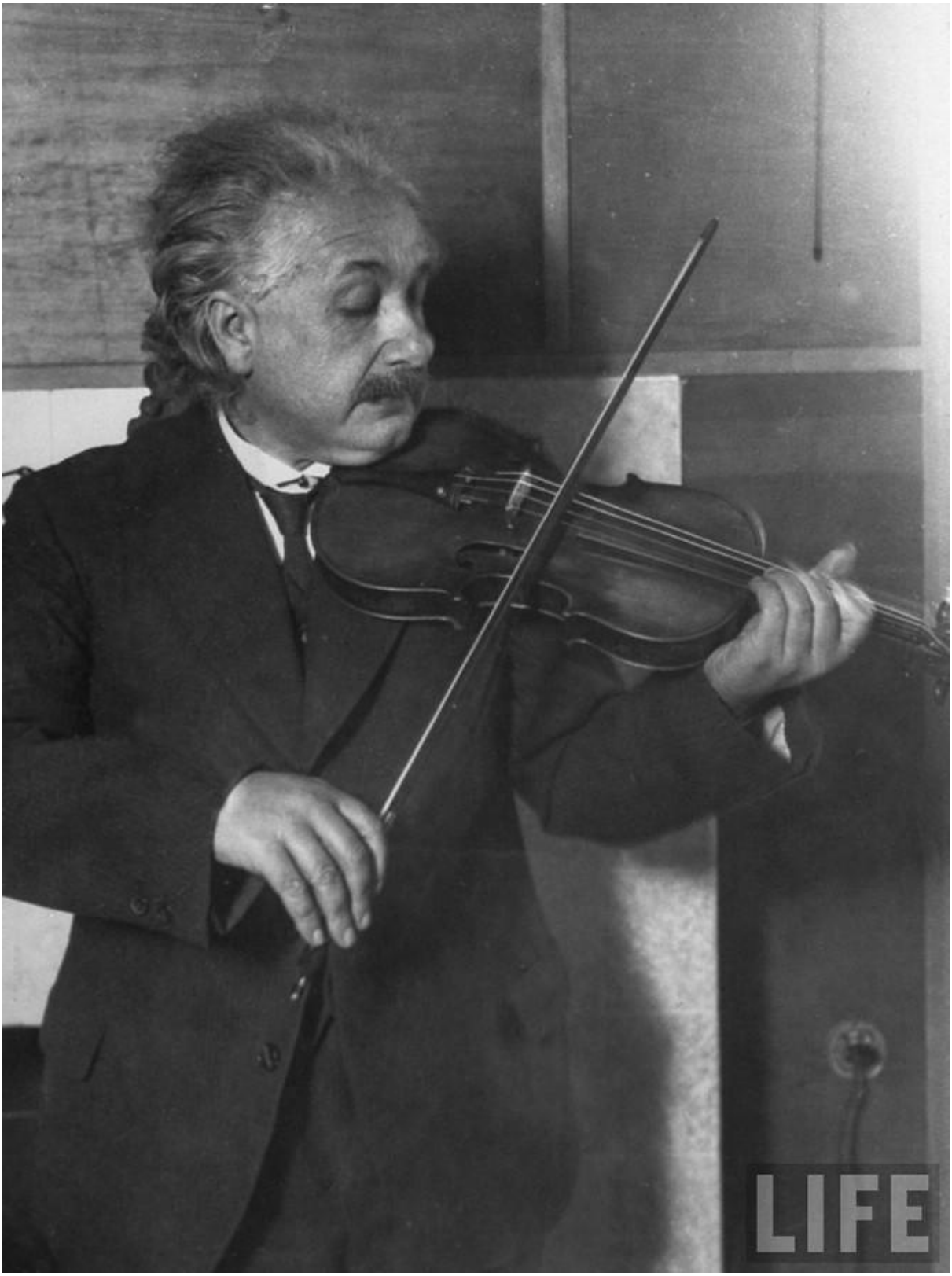


Albert Eynshteyn va Nils Bor (1925-yil dekabr)

Yuqorida: **Albert Eynshteyn Germaniyada ildiz otayotgan millatchilik kayfiyatidan qochib, Belgiyadagi Xaan shahridagi Savoyard villasida vaqtincha boshpana topdi (1933 yil).**
Pastda: **Albert Eynshteyn o‘g‘li va qizi bilan (1930 yil).**

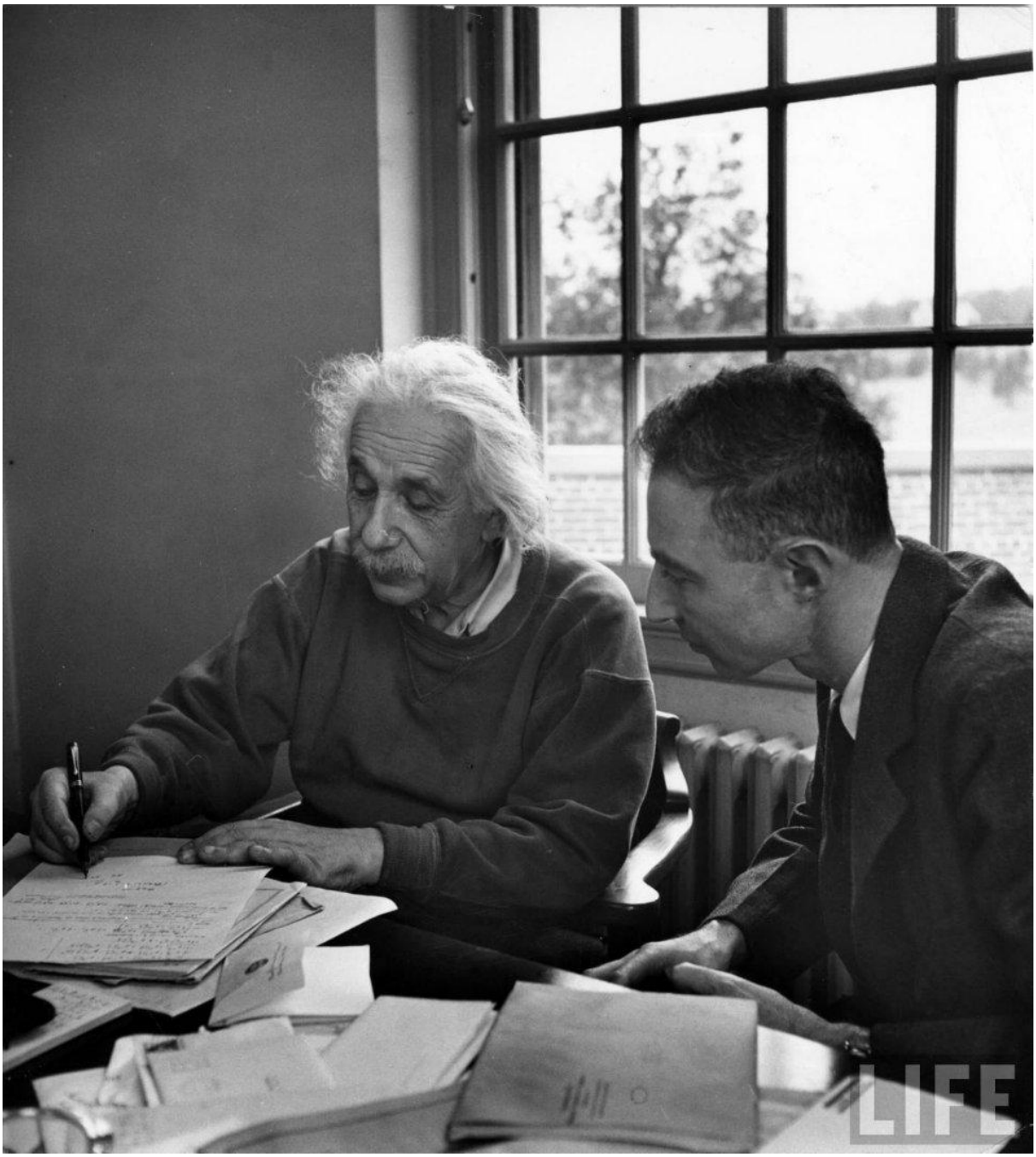


Albert Eynshteyn (1934 yil).



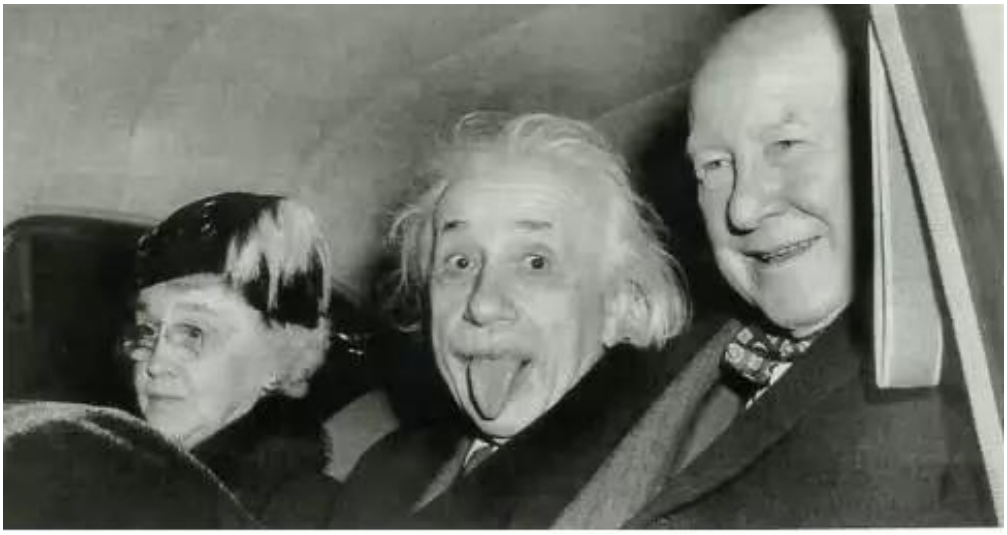
Albert Eynshteyn skripka chalyapti (1941 yil).

XX asrning buyuk fizik olimlari Albert Eynshteyn va Robert Oppengeymer o‘zaro suhbatda (1940-chi yillar).



XX asrning buyuk fizik olimlari Albert Eynshteyn va Robert Oppengeymer Prinston Universitetida ish jarayonida (1940-chi yillar).

Nils Bor, Jeyms Frank va Albert Eynshteyn (1954- yil).
Eynshteyning eng so‘nggi fotosuratlaridan biri.



Va albatta o'sha ma'lum va mashhur fotosurat.
Albert Eynshteyn tilini katta qilib chiqarib turibdi.
Fotosuratga turlicha izoh berishadi.
Ular ichida eng keng tarqalgani va ishonchlisi quyidagicha:
Allaqachon butun dunyoga dong'i ketgan olim Albert Eynshteyn o'zining 72-yoshga to'lishi munosabati bilan Prinston universitetida berilgan ziyofatdan chiqib kelar ekan, uni Artur Sass ismli fotograf ta'qib qilardi. Shunda olim u tomon nogahon kutilmaganda qayrildi va tilini katta qilib chiqarib o'z kulguli siymosini tarixga muhrladi.
Eynshteyn o'zi bu fotosuratga shunday sharh bergan: ***«Siz ko'rgan narsa – insoniylik ishorasdir. Istalgan oddiy odam ham, zamonamiz diplomatlari uchun imkonsiz bo'lgan, oddiy insoniy qiliqlarni qila oladi»***.
Bu davrda lahzani fotosuratga muhrlash hozirgidek bitta tugmani bosish bilan osongina bajariladigan ish bo'lmay, balki butun boshli tayyorgarlikni talab qiluvchi 1-3 daqiqalik jarayon bo'lgan. Fotografning o'z ortidan qolmayotganini ko'rgan Eynshteyn uni tayyorlanib ulgurmaydi deb o'ylagan va bir onga u tomon qayrilib tilini chiqargan. Vaholanki Sass tayyor edi va uning omadi kelib tarixda eng mashhur fotosuratlardan birining muallifiga aylandi. Eynshteyn bu suratdan o'zining do'stlariga hazil maktublar yo'llashda va bayram tabriknomalari tayyorlashda ko'p foydalangan.

Fotosuratda Eynshteyn avtomobil salonida o'tiribdi, uning hamrohlari – doktor Eydelot va uning rafiqasi. 14-mart, 1951 yil Prinston.

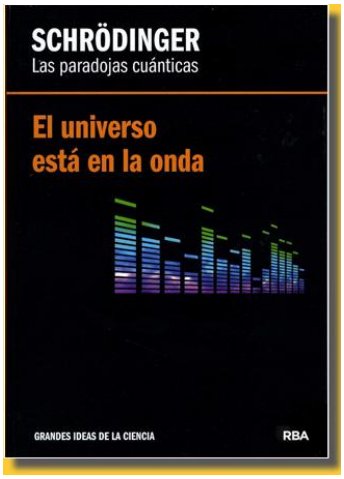
Muallif haqida

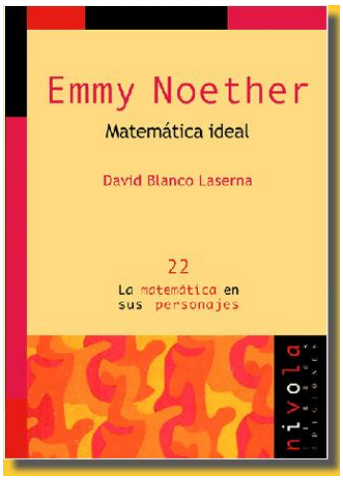
David Blanko Laserna

1973 yil Ispaniyaning Madrid shahrida tug‘ilgan. Ispaniyaning mashhur bolalar va ilmiy ommabop asarlar yozuvchisi, kinossenarist, ilmiy-ommabop teledasturlar muharriri.

Madrid Muxtor Universitetini (Universidad Autónoma de Madrid) Nazariy fizika yo‘nailishida tamomlagan. Dastavval kino tasvirga olish ishlari bilan shug‘ullangan muallif, keyinchalik ilm-fan haqida ommabop, xalqchil ravon tilda hikoya qiluvchi asarlar yozishga kirishdi. David Blanko Lasernanig yozuvchilik sohasidagi ilk asari olmon matematik olimasi Emmi Nyoter haqida bo‘lgan («*Emmy Noether: Matemática ideal*»). Hozirgacha uning 30 dan ziyod ilmiy-ommabop va badiiy asarlari nashrdan chiqqan bo‘lib, uning kitobxonlari auditoriyasini, bolalar, o‘smirlar va katta yoshdagilar toifalariga bolish mumkin. Muallifning qo‘lingizdagi mazkur asaridan tashqari, shuningdek «Shryodinger: kvant paradokslari» (*Schrödinger: Las paradojas cuánticas*); «Gyuygens: yorug‘likning to‘lqin nazariyasi» (*Huygens: La teoría odulatoria de la luz*); «Volter: Biologik variatsiyalar matematikasi» (*Voletrra: El matemática de la biodiversidad*); «Sem Lloyd: Qiziqarli matematika» (*Sam Loyd: Matemática espectacular*) kabi ilmiy-ommabop asarlari hamda, «Dengiz ostidagi orol» («*La isla bajo el mar*») ; «O‘zi yo‘q detektiv» («El detective ausente»); «Galiley zahari» («Galileo envenenado») kabi bolalar va o‘smirlarga mo‘ljallangan kitoblari g‘arbiy Yevropada mashhur bo‘lgan. Uning ko‘plab kitoblari katalon, ingliz, koreys, portugal, italyan va galliyaliklar tiliga tarjima qilingan.

Ushbu kitobni esa, David Blanko Lasernaning o‘zbek tiliga o‘girilgan asarlari uchun sanoq boshi desak ham bo‘ladi.





Tavsiya etiladigan adabiyotlar ro‘yxati.

1. Bernstein, J., *Einstein: el hombrey su obra*, Madrid, McGraw-Hill, 1992.
   (Bernshteyn: «Eynshteyn: Shaxsi va uning faoliyati». Madrid, McGraw-Hill 1992)

2. Born, M. y Born, H., *Ciencia y conciencia en la era atomica*, Madrid, Alianza, 1971.
   (Born M. va Born H: «Atom erasida ilm-fan va tafakkur». Madrid, Alianza 1971)

3. Einstein, A., *La gran ilusion: las grandes obras de Albert Einstein*, Hawking, Stephen (ed.), Barcelona, Critica, 2010.
   (Eynshteyn A: «Ulkan sarob: Albert Eynshteynning ulkan ishlari», Stiven Xoking tahriri ostida, Barselona, Critica 2010)

4. Isaacson, W., *Einstein. Su vida y su universo*, Barcelona, Debate, 2008.
   (Isaakson V: «Eynshteyn. Hayoti va uning koinoti». Barselona, Debat, 2008)

5. Kaku, M., *El universo de Einstein*, Barcelona, Antoni Bosch, 2005.
   (Kaku M: «Eynshteyn koinoti». Barselona, Antoni Boshch 2005)

6. Landau, L. y Rumer, Y., *¿Que es la teoria de la relatividad*?, Madrid, Akal, 1995.
   (Landau L. va Ryumer Y: «Nisbiylik nazariyasi nima o‘zi?» Madrid, Akal, 1995.)

7. Pais, A., *El sehor es sutil: la ciencia y la vida de Albert Einstein*, Barcelona, Ariel, 1984.
   (Peys A: «Nozik tafakkur egasi: Albert Eynshteyn hayoti va ilmiy faoliyati», Barselona, Ariel, 1984.)

8. Penrose, R., et al., *Formulas elegantes. Grandes ecuaciones de la ciencia*, Farmelo, Graham (ed.), Barcelona, Tusquets, 2004.
   (Penrouz R va boshqalar: «Shoxona formulalar. Ilm-fanning asosiy tenglamalari» Grem Farmelo tahriri ostida, Barselona, Tusquets, 2004.)

9. Pyenson, L., *El joven Einstein: el advenimiento de la relatividad*, Madrid, Alianza, 1990.
   (Penzon L: «Yosh Eynshteyn. Nisbiylikning kirib kelishi» Madrid, Alianza 1990)

10. Ruiz de Elvira, A., *Cien anos de relatividad. Los articulos clave de Albert Einstein de 1905 y 1906*, Tres Cantos, Nivola, 2003.
    (Ruis de Elvira: «Nisbiylikning yuz yilligi. Albert Eynshteynning 1905 va 1906 yillardagi faoliyati». Tres Cantos, Nivola, 2003)

11. Sanchez Ron, J.M., *El origen y desarrollo de la relatividad*, Madrid, Alianza Universidad,
    (Ron Sanches: «Nisbiylik nazariyasining paydo bo‘lishi va rivojlanishi». Madrid, Alianza 1983)

12. Thorne, K.S., *Agujeros negros y tiempo curvo: el escandaloso legado de Einstein*, Barcelona, Critica, 1995.
    (Torn K.S. : «Qora tuynuklar va egrilangan vaqt: Eynshteynning mashmashali merosi». Barcelona, Critica, 1995)

Alifbo ko‘rsatkichi

«Gravity Probe-B»	141
«Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga»	44,54,55,68,75
Aaron Bernshteyn	19
Adolf Gurvits	31,98
Albert Maykelson	53
Aleksandr fon Gumboldt	19
Aleksandr Fridman	117
Alessandro Volta	20
Andre Mari-Apmer	20,23,26,30
Anri Puankare	54,139,
Arnold Zommerfeld	100
Artur Kompton	119
Artur Stenli Eddington	12,107,109-111,116
Bern Patent Idorasi	12,42,79
Bern Universiteti	75-76
Bernxard Riman	88-89,91
Boze-Eynshteyn kondensati	125
Broun harakati	12,43-44
Butun olam tortishish qonuni	20,49,84
Charlz Snou	10
Chastota	28,112,125
David Gilbert	98,101-104
Dennis Uolsh	116
Differensial geometriya	88
$E=mc^2$	4,7,12,69,71,133,138
Eduard Eynshteyn	12,39,72,77,136
Edvard Morli	53
Edvin Xabbl	117,147
Efir	25,33,52-54,
Egrilanish	10,83,95,96,102,112,139,141
Elektromagnit induksiya	24
Elektromagnit maydon	19,27,30,33,139,147
Elen Kaufler	41
Elen Savich	78
Elza Eynshteyn (Lyovental)	12,78-80,81,105,129,131-132,135
Emmi Nyoter	42
Endryu Krommelin	109
Enriko Fermi	134
Ernest Rezerford	119
Ervin Freyndlix	107
Ervin Shryodinger	10,117
Feliks Klyayn	100-101
Filipp Frank	41
Fotoeffekt	8,12,127,
Foton	120-126,129,138
Franklin Delano Ruzvelt	12,133,134

Frensis Everitt	142
Fridrix Adler	42,76
Frimen Dayson	26,115
Galiley	45-55,66,72,82,84
Galiley o‘zgartirishlari	66
Gans Albert Eynshteyn	12,39,81,136,
Gemfri Devi	21
Genrix Gers	29,52,144
Genrix Veber	31-37,56
Geodezik chiziq	87-88,92,94,124
Georgiy Gamov	93,117
Gerbert Uels	133
German Eynshteyn	14,30,72-73,78
German Minkovskiy	31,92,98-99,
German Veyl	103
GPS	11,142
Gravitatsion to‘lqin	139,143-144
Greys Cizxolm	40
Gyottingen Universiteti	100-102
Hans Xristian Ersted	20,23-24,26-27,30
Iogann Balmer	119
Ippolit Fizo	27
Irvin Shapiro	141
Isaak Nyuton	10,22,24,44,48-49,55-56,66,68,72,82,85,88,100,101-102,107,111,114,126,132,140
Jan Perren	43
Jeyms Chedvik	133
Jeyms Klark Maksvell	19,25,26,44,144
Jon Uiler	96
Jozef Makkarti	131
Karl Fridrix Gauss	88-92
Karl Shvartsshild	111-114
Kosmologik doimiy	116-117
Lenard Filipp	125,127
Leo Silard	132-135
Leon Fuko	27
Lizerl Eynshteyn	12
Lorents o‘zgartirishlari	56,64-66,70,84
Lorents siqilishi	64-65
Maks Born	10,55,126,128,132
Maks fon Laue	131
Maks Plank	10,55,72,75,123,127-128
Maks Telmey	18,19
Maksvell tenglamalari	27,29,49,50,52-55,66,132
Mariya (Maya) Eynshteyn	17,42,76,135
Marsel Grossman	36,42,44,75,86,89
Maxsus nisbiylik nazariyasi	8,10,33,35,40,44,67,84,92,95,98,121,139,141,
Maykl Faradey	21,23,26,32,44,143

Metrik funksiya	90-96
Mileva Marich	12,34,37,41,73,78,105
Mishel Besso	36,41,44,76,80,135
Moris Solovin	41
Nils Bor	10,103,117,119-126
Noaniqlik tamoyili	122,124,126,132
Noyevklid geometriya	86,88
Paulina Eynshteyn (Kox)	12,14-16,30,33,37-38,78,106
Plank uzunligi	140
Pol Dirak	10,118
Pol Erenfest	107,135
Prinston Instituti	12,132,136
Prussiya Fanlar Akademiyasi	12, 77,119,128,129,
Qizilga siljish	112-114
Qora tuynuk	11,113-115,119
Rey Veyman	116
Richard Feynman	10
Robert Broun	12,43,44
Robert Karsvell	116
Rudi Mandl	116
Sharl Ogyusten Kulon	20,23,26,30
Shatyendranat Boze	125
Stiven Vaynberg	10
Stringlar nazariyasi	139
Syurix Politexnika oliy maktabi	12,31
Syurix Universiteti	12,33,76
To‘lqin uzunligi	28,29,112,122
Tortishish	10,20,22,29,49,57,72,80,82,84-85,100,106,114,117,
Umumiy nisbiylik nazariyasi	8,10,12,29,41,67,68,82-84,96,99,102,111,124,138,140,145
Urban Leverye	101
Valter Nernst	119
Verner Geyzenberg	10,119-126,132,
Vilgelm Ostvald	73
Volfgang Pauli	10
Xendrik Lorents	50
Yadroviy parchalanish	138
Yakuniy nazariya	139
Yevklid	8,17,55
Yevklid geometriyasi	17,86,88
Yost Vintelar	34,127
Yoxan Georg fon Zoldner	106-107
Yudjin Vigner	132
Zamon va makon	8,10,35,44,51,67,70,92,95,97-98,139,141,143-145

Tarjima.

www.Orbita.UZ
…ilm fan fazosi uzra!

Kitobni o‘zbek tiliga o‘girilishi va kitobxonlarga taqdim etilishida beminnat yordam qo‘lini cho‘zgan insonlar - kitobning asl muallifi janob David Blanko Laserna hamda, uning, noshiri «RBA Collectionables S.A.»ning huquqiy menejeri Iren Mazzali xonimlarga samimiy tashakkurlarimizni izhor etamiz.

Tarjimon va sahifalovchi Muzaffar Qosimov.

Ushbu kitob, www.Orbita.Uz sayti elektron kutubxonasi uchun o‘zbek tiliga o‘girildi.

Tarjima matniga va kitob dizayniga oid fikr-mulohaza va takliflaringizni quyidagi manzillarga yuborishingiz mumkin:

E-mail: Muzaffar.Qosimov@gmail.com

Twitter: @MuzaffarQosimov

Marg‘ilon-2015